

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 48

ESSAIS

DE

TONOMÉTRIE OCULAIRE

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE MÉDECINE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 19 Décembre 1911

PAR

JOVINO V. MERNES

Né à Assomption (République du Paraguay), le 3 mars 1883.



TRÉVOUX
IMPRIMERIE JULES JEANNIN

—
1911

ESSAIS DE TONOMÉTRIE OCULAIRE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546721_0009

UNIVERSITÉ DE LYON

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE — N° 48

ESSAIS

DE

TONOMÉTRIE OCULAIRE

THÈSE

POUR LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

(SECTION DE MÉDECINE)

Présentée et soutenue publiquement devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie

Le 19 Décembre 1911

PAR

JOVINO V. MERNES

Né à Assomption (République du Paraguay), le 3 mars 1883.



TRÉVOUX
IMPRIMERIE JULES JEANNIN

—
1911

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ. DOYON.
J. COURMONT ASSESSEUR.

Professeurs honoraires

MM. CHAUVEAU, AUGAGNEUR, MONOYER, SOULIER, TRIPIER,
CAZENEUVE, LEPINE, PIERRET.

Professeurs

Cliniques médicales.....	{	MM. TEISSIER.
Cliniques chirurgicales		ROQUE.
Clinique obstétricale et accouchements.....	{	BARD.
Clinique ophtalmologique.....		PONCET.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	{	JABOULAY.
Clinique des maladies mentales.....		FABRE.
Clinique des maladies des enfants.....	{	ROLLET.
Clinique des maladies des femmes.....		NICOLAS.
Physique médicale.....	{	X...
Chimie médicale et pharmaceutique		WEILL.
Chimie organique et toxicologie.....	{	POLLOSSON (A.).
Matière médicale et botanique.....		CLUZET.
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	{	HUGOUNENQ.
Anatomie.....		MOREL.
Anatomie générale et histologie.....	{	BEAUVISAGE.
Physiologie.....		GUIART.
Pathologie interne.....	{	TESTUT.
Pathologie et thérapeutique générales.....		RENAUT.
Anatomie pathologique.....	{	MORAT.
Médecine opératoire		COLLET.
Médecine expérimentale et comparée.....	{	COURMONT (P.).
Médecine légale.....		PAVIOT.
Hygiène.....	{	POLLOSSON (M.).
Thérapeutique		X...
Pharmacologie.....	{	LACASSAGNE.
		COURMONT (J.).
		PIC.
		FLORENCE.

Professeurs adjoints

Physiologie, cours complémentaire.....	MM. DOYON.
Maladies des oreilles, du nez et du larynx.....	LANNOIS.
Pathologie externe.....	VALLAS.
Maladies des voies urinaires.....	ROCHET.

Chargés de cours complémentaires

Chimie minérale.....	BARRAL.	agréé
Propédeutique chirurgicale.....	BERARD.	—
Propédeutique de gynécologie.....	CONDAMIN.	—
Chirurgie infantile.....	NOVE-JOSSERAND,	—
Accouchements	COMMANDEUR,	—
Matière médicale	MOREAU,	—
Embryologie	REGAUD,	—
Anatomie topographique	PATEL,	—
Botanique.....	BRETIN,	—
Chirurgie expérimentale.....	VILLARD,	—
Clinique infantile.....	MOURIQUAND.	—

Agrégés

MM.	MM.	MM.
SAMBUC.	LESIEUR.	LERICHE.
REGAUD.	ET. MARTIN.	THEVENOT.
COMMANDEUR.	LAROYENNE.	TAVERNIER.
GAYET.	VORON.	CADE.
NEVEU-LEMAIRE.	NOGIER.	MOURIQUAND.
PATEL.	LATARJET.	ARLOING (F.).
J. LEPINE.	BRETIN.	GUILLEMARD.

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. ROLLET, *Président*; PIC, *Assesseur*;
MM. GAYET et NOGIER, *Agrégés*.

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner ni approbation, ni improbation.

A MA MÈRE

*Témoignage bien faible de mon
affection.*

A MON FRÈRE AINÉ JUAN

Affectueuse gratitude.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR E. ROLLET

Professeur de Clinique Ophtalmologique à la Faculté de
Médecine de Lyon,

Chevalier de la Légion d'Honneur.

Au moment de terminer nos études médicales, nous sommes heureux de pouvoir témoigner notre reconnaissance à la France, qui nous a accordé l'hospitalité, et plus spécialement à la Faculté de Médecine de Lyon.

Nous y avons trouvé des Maîtres bienveillants qui ne nous ont ménagé ni les enseignements, ni les encouragements.

Nous ne pouvons tous les citer ici. Mais, parmi eux, nous tenons à remercier tout particulièrement M. le professeur Rollet.

Après nous avoir accueilli dans sa clinique, il a bien voulu nous inspirer le sujet de cette thèse et vérifier constamment nos recherches. Nous lui en sommes profondément reconnaissant.

Un mot pour remercier M. H. Dor, professeur honoraire à l'Université de Berne, à qui nous devons deux de nos photographies.

Que M. le docteur Grandclément, chef de clinique Ophtalmologique, qui a toujours fait preuve à notre égard de la plus grande amabilité, veuille bien accepter l'expression de notre gratitude.

Introduction

A mesure qu'une science progresse, elle tend de plus en plus vers la précision, et c'est même à cette précision, semble-t-il, que l'on peut mesurer combien cette science s'approche de la perfection.

Si, pour les sciences abstraites, géométrie, mathématiques, la précision s'atteint du premier coup, il n'en est pas de même pour la connaissance que nous avons des objets concrets.

Nous sommes trop faillibles pour que nous puissions nous fier absolument à eux, et nous devons alors recourir à des instruments plus ou moins perfectionnés dont les indications échapperont à bien des causes d'erreur, qui atteignent à peu près sûrement nos perceptions.

On sait trop, par exemple, quel essor prodigieux Lavoisier donna à la chimie, par l'introduction de la balance, pour que nous nous attardions à montrer l'heureuse influence des instruments de mesure sur les progrès des sciences expérimentales.

On sait combien d'appareils multiples, les uns oubliés presque aussitôt qu'apparus, d'autres encore employés tous les jours, ont rendu possible, depuis un peu plus d'un demi siècle, le développement de la médecine générale.

L'ophtalmologie, dont une partie, celle qui s'occupe de la réfraction, est, plus que toute autre en médecine, soumise aux mesures, aux calculs, ne peut que tâcher d'étendre à toutes ses notions une pareille précision.

Parmi les qualités de l'œil, l'une s'offre avec intérêt à la mensuration, c'est la tension oculaire.

Nous nous proposons d'étudier ici les divers procédés surtout expérimentaux, qui permettent de l'apprécier.

Mais pour faire une étude complète et surtout une étude utile, nous serons obligés, après avoir défini cette tension oculaire, de dire quelques mots des facteurs qui la conditionnent, à l'état normal. Comme dans toute étude physiologique, nous nous appuierons souvent, dans ce chapitre, sur des expériences in « anima vili ».

Nous décrirons ensuite les procédés de mesure applicables à l'homme, en insistant sur la tonométrie instrumentale, et nous donnerons les résultats de ces mesures sur l'individu sain et sur l'individu pathologique.

Enfin, n'oubliant pas que si la science en elle-même peut intéresser le médecin d'une façon toute spéculative, ce que le malade veut, c'est surtout l'apaisement de ses souffrances, nous étudierons dans

un dernier chapitre comment et jusqu'à quel point nous sommes maîtres de la tension oculaire, comment nous pourrions diminuer une tension trop forte et augmenter une tension trop faible.

Notre thèse comprendra ainsi les chapitres suivants : Dans le chapitre I, nous étudions en quoi consiste la physiologie de tension oculaire, nous montrons les conditions qui la déterminent, et passons en revue successivement le rôle de la résistance de la coque oculaire, le rôle de la circulation sanguine, celui des milieux et de la circulation lymphatique, et enfin, le rôle régulateur du système nerveux.

Le chapitre II comprend en entier l'historique des différents moyens employés pour mesurer la tension extra-oculaire, et surtout des appareils divers imaginés dans ce but, les tonomètres, depuis de Graefe, auteur du premier tonomètre oculaire (1863) jusqu'à Schiötz (1905), dont le tonomètre nous a servi pour prendre nos mesures de tension.

Dans le chapitre III, nous nous occupons des résultats obtenus avec le tonomètre. Nous donnons les mesures de la tension normale et étudions ensuite l'influence que les diverses substances, anesthésiques, mydriatiques, myotiques, ont sur cette tension normale et sur la tension pathologique.

Pour obéir à un plan rigoureux, nous devrions donner, après le chapitre de physiologie normale, un chapitre de physiologie pathologique.

En effet, si beaucoup d'affections oculaires ne modifient pas l'ophtalmotonus, un certain nombre, et non de moins importantes, l'affectent considérable-

ment, à tel point que la variation de tension est le symptôme prédominant, parfois même le seul symptôme de la maladie.

Comment se produisent ces variations de tension ? Cela se comprend facilement dans certaines cachexies de l'œil, dans la phtisie oculaire, où les phénomènes de nutrition et de circulation disparaissent peu à peu. Mais dans le glaucome, ou plutôt dans la série des glaucomes, le nombre des hypothèses que l'on a émises pour expliquer l'hypertension montre bien que nous ne sommes pas encore entièrement fixés sur la physiologie pathologique de cette maladie.

Nous plaçant résolument à un point de vue pratique, nous passerons entièrement sous silence l'étude pathogénique du glaucome.

De même, nous aurions pu essayer de nous rendre compte du mode d'action des médicaments modificateurs de la tension. Mais cela eût entraîné des recherches tout à fait différentes de celles que nous poursuivons.

CHAPITRE I

Physiologie de la tension intra-oculaire.

Plongeons à travers la cornée une fine aiguille de Pravaz dans la chambre antérieure de l'œil d'un lapin : un jet d'humeur aqueuse va s'échapper par l'orifice libre de l'aiguille. Supposons maintenant que cette extrémité libre ait été mise en communication avec une des branches d'un minuscule tube en U, contenant dans son coude un peu de mercure, on aura dès que la pointe aura atteint la chambre antérieure une dénivellation de la colonne mercurielle.

Cette expérience très simple nous démontre à la fois l'existence d'une tension des liquides intra-ocu-

lares et nous en donne une mesure, dont nous discuterons d'ailleurs plus tard la valeur.

Bien d'autres exemples démontrent la tension intra-oculaire ou ophtalmotonus : c'est l'issue brusque de l'humeur aqueuse, quand le couteau à cataracte a ponctionné la chambre antérieure ; c'est encore le staphylome qui se formera lorsque la cornée ayant été rongée par un ulcère, est devenue moins résistante et se laisse distendre par la poussée des liquides contenus dans le globe.

Il apparait, en effet, clairement que la pression intra-oculaire ne peut exister que si les membranes de l'œil offrent une certaine résistance. C'est cet équilibre entre la résistance des enveloppes et la tension des liquides oculaires qui va donner la dureté particulière du globe oculaire.

C'est sa dureté qui permet à l'œil de résister à toute pression extérieure, au moins jusqu'à un certain point. Elle conserve ainsi la forme extérieure de l'œil et garde toujours identiques les propriétés réfringentes de la cornée, liées on le sait à sa figure géométrique. Elle rend possible le jeu de la musculature extrinsèque de l'œil, qui sans elle n'aboutirait qu'à déformer le globe sans le faire mouvoir en masse. Permettant à l'œil de fuir devant l'obstacle comme une boule mobile, elle lui est un précieux moyen de protection : on sait combien il est difficile de saisir la sclérotique avec une pince ou de l'entamer avec des ciseaux.

La tension intra-oculaire joue encore un rôle très important dans l'optique oculaire : elle conserve la

transparence des milieux. Qu'elle s'abaisse ou s'élève notablement au-dessous ou au-dessus de sa valeur normale et l'on verra le rayon lumineux projeté par l'ophtalmoscope éclairer de plus en plus difficilement la rétine, successivement affaibli par l'opacité relative de la cornée, du cristallin et du corps vitré.

Toutes ces propriétés supposent l'enveloppe du globe oculaire à peu près fixée dans sa forme et incapable d'évolution : ainsi est le globe normal de l'adulte. Mais dans les âges qui précèdent il n'en est plus de même. L'œil jouit d'une certaine plasticité qui lui permet de grandir peu à peu. On est amené ainsi à penser que la tension intra-oculaire n'est pas étrangère à l'accroissement de volume de l'œil en évolution. Ce qui semble appuyer cette hypothèse c'est l'existence de buphtalmie, c'est-à-dire d'yeux de dimensions exagérées, avec légère hypertension, ou inversement de microphthalmie avec hypotension, cela bien entendu en l'absence de toute malformation nettement primitive de l'orbite ou du massif facial.

La tension oculaire sur le rôle de laquelle nous venons de jeter un coup d'œil rapide est loin d'être un phénomène isolé en physiologie. On sait que la plupart des liquides de l'organisme présentent une certaine tension. L'étude de la tension sanguine a débuté il y a longtemps. La lymphe, le liquide céphalo-archidien ont également une pression qui leur est propre et varie peu entre certaines limites.

Des substances non plus liquides, mais demi-

molles comme le sarcoplasme, comme la substance nerveuse de la moelle, font une saillie marquée entre les lèvres d'une incision conduite sur le sarcolemme ou la pic-mère rachidienne, démontrant ainsi qu'elles sont à l'étroit dans leur enveloppe, qu'elles ont une certaine tension, un certain tonus.

Mais il est plus encore. Prenons n'importe quelle sécrétion de l'organisme, s'écoulant normalement du canal excréteur d'une glande. Obturons l'extrémité du canal excréteur. La sécrétion va continuer à se produire, élevant de plus en plus sa pression jusqu'à un certain point, à peu près toujours le même pour une glande donnée, où la sécrétion s'arrêtera, ou du moins semblera s'arrêter.

Ces quelques exemples font voir combien la notion de tension trouve à s'appliquer en physiologie. Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que dans un même organisme les tensions des différentes humeurs soient absolument sans liaison et indépendantes les unes des autres. L'étude que nous allons faire des facteurs qui conditionnent la tension intra-oculaire va nous montrer qu'en définitive celle-ci est la résultante de la tension sanguine, de la tension lymphatique, de certaines tensions musculaires, de tensions de sécrétions glandulaires.

Pour fixer les idées et pour rendre plus compréhensibles les expériences sur la tension oculaire des animaux que nous allons rapporter au cours de cette étude, il nous faut exposer une méthode de mesure de l'ophtalmotonus d'une valeur évidente, c'est la manométrie oculaire, que seul Wahlfors appliqua une fois chez l'homme.

Ce n'est autre chose que notre expérience primordiale avec quelques modifications. L'œil de l'animal est mis en communication avec un manomètre soit à air comprimé, soit à air libre. A l'aiguille creuse oculaire, Hering adapte simplement un tube capillaire fermé à l'autre bout, plein d'air et dans lequel on voit l'humeur aqueuse s'avancer peu à peu jusqu'à ce que l'air enfermé dans le tube ait atteint une pression égale à la pression oculaire. Cet appareil doit être gradué par comparaison et est d'ailleurs peu sensible.

Tous les autres manomètres oculaires (C. Weber, Adamük, Leber) sont à air libre, formés d'un tube en U de petit calibre, renfermant dans son coude un peu de mercure. On le met en communication avec l'œil par une aiguille creuse et un tube de caoutchouc rempli de sérum. La tension est donnée directement par la mesure en millimètres du soulèvement différentiel de la colonne de mercure.

Tous ces appareils ont un défaut : une petite quantité d'humeur aqueuse sort de l'œil et passe dans l'aiguille, modifiant ainsi la statique oculaire. On peut diminuer cet inconvénient en comprimant d'avance dans le manomètre au moyen d'un corps de pompe auxiliaire un peu de sérum physiologique, jusqu'à ce que la pression soit égale à peu près à la pression supposée de l'œil qu'on va mesurer.

On peut encore, comme l'a fait Wessely (1906), intercalant une capsule de Marey, inscrire pendant plusieurs heures sur un graphique les variations de la tension.

Les chiffres ainsi obtenus varient, d'après Leber, entre 18,5 et 29,5 chez le lapin ; une moyenne de douze observations donne le chiffre 23,5.

Wegner donne 18 à 25 ; Grünhagen, 25 à 26,5. Chez l'homme, dans un seul cas, Wahlfors a trouvé $26 \frac{m}{m}$, mais cette mesure unique manque évidemment de valeur et peut être critiquée.

Conditions physiologiques de la tension intra-oculaire.

Nous avons déjà vu que, pour que la tension intra-oculaire existe, il faut tenir compte de :

a) *L'enveloppe résistante (coque oculaire).*

b-c) *Le contenu*, en quantité telle qu'il mette en jeu la résistance de l'enveloppe (*milieux et liquides*).

d) *Le rôle du système nerveux.*

Le contenu comprend, à côté des vaisseaux sanguins et de la lymphe, les milieux de l'œil, c'est-à-dire le cristallin, le corps vitré, l'humeur aqueuse.

Nous avons donc successivement à étudier le rôle de la résistance de l'enveloppe du globe ou coque oculaire, le rôle de la circulation sanguine, de la circulation lymphatique, le rôle de la masse des milieux et enfin le rôle du système nerveux qui apparaît ici comme dans le reste de l'économie pour mettre en harmonie le fonctionnement des divers organes.

A) Résistance de la coque oculaire.

La coque oculaire est formée, comme on sait, par trois membranes qui sont de dehors en dedans : la sclérotique et la cornée, la choroïde et la rétine. Nous laisserons de côté la rétine, dont la résistance apparaît d'ordre négligeable. Nous n'insisterons pas sur la résistance de l'ensemble de deux autres membranes. On sait qu'il faut injecter du liquide sous une pression considérable, dans l'œil isolé d'un cadavre, pour faire éclater l'enveloppe scléro-cornéenne. D'autre part, cette enveloppe est encore renforcée par la présence des muscles extrinsèques de l'œil, qui sont en partie appliqués sur elle.

La coque oculaire nous présente deux propriétés distinctes : l'élasticité et la contractilité.

L'élasticité de la sclérotique est mentionnée dès 1858, par von Arlt (*die Krankheiten des Auges*). Par contre, Donders la croit nulle ou très minime.

Mais cette propriété est admise sans restrictions par Leber, Stellwag, Carion, de Graefe et Weber. Ils admettent même que c'est grâce à sa disparition par le fait de l'âge que le glaucome peut se produire dans bien des cas.

La contractilité de la coque oculaire est moins évidente. Elle a été même niée. Cependant l'expérience suivante de Hensen et Vœlkers (1873) semble assez démonstrative : on plante des aiguilles légères à l'équateur de l'œil, de façon que la pointe fichée dans la sclérotique la dépasse un peu en dedans.

La faradisation de l'œil produit alors des déplace-

ments très visibles de la partie libre de l'aiguille, laquelle pivote sur la sclérotique qui la fixe.

Il en résulte que la pointe est entraînée en sens inverse de l'extrémité libre. Elle ne peut l'être que par la choroïde. Mais comment cette membrane peut-elle se contracter par la faradisation ?

Depuis longtemps on savait que la partie antérieure de la choroïde était de nature musculaire. En 1846, Brücke avait désigné sous le nom de « tensor choroïdæ », les fibres méridionales du muscle ciliaire, auxquelles la même année Todd et Bowmann, qui les retrouvèrent indépendamment de Brücke, donnaient le nom de corps ciliaire.

En 1857, Müller décrivit les fibres circulaires dont il appela l'ensemble « compressor lentis ».

Mais en arrière de ces formations, la plus grande partie de la choroïde semblait dépourvue d'éléments contractiles.

Récemment (1906), Munch, se basant sur des analogies structurales, sur des caractères de coloration, admet la signification musculaire de deux ordres de cellules choroïdiennes, abondantes dans cette partie de la choroïde. Les unes, fusiformes, se rapprochent des fibres musculaires lisses ; les autres, rameuses, pigmentées, sont plus semblables aux cellules myo-épithéliales des glandes sébacées ou aux cellules en panier de Boll.

Il en résulte donc l'existence d'un muscle choroïdien doublant en dedans la sclérotique. C'est ce muscle qui, en se contractant, conserve une certaine tension et par suite sa forme normale à l'œil dont on

vient de ponctionner la chambre antérieure. C'est lui qui, lorsqu'on faradise un œil énucléé depuis plusieurs heures, fait monter la tension oculaire prise au manomètre, parfois de la moitié ou du tiers (Nicati).

Le muscle choroïdien a encore d'autres fonctions que nous étudierons plus loin : il réagit à chaque variation de la pression sanguine dans les vaisseaux de l'œil : réflexe hémochoroïdien ; il réagit à la tension intra-oculaire pour provoquer la sécrétion de l'humeur aqueuse : réflexe pariéto-choroïdien.

Disons dès maintenant que la mesure de la dureté de la sclérotique — ou mieux dureté de la coque oculaire prise sur la sclérotique — a été utilisée comme mesure de la tension intra-oculaire. C'est là la sclérométrie ou tonométrie que nous étudierons au chapitre suivant.

B) Circulation sanguine.

La circulation sanguine joue un rôle évident dans l'hydrostatique oculaire. Il suffit de songer au peu de résistance des vaisseaux capillaires situés dans les couches superficielles de la rétine pour se rendre compte que la tension intra-oculaire doit être peu différente de la tension sanguine capillaire. Sans cela, la rétine étant insuffisamment résistante pour protéger les vaisseaux, ils se dilateraient si l'ophtalmotonus était beaucoup plus faible, s'aplatiraient s'il était beaucoup plus fort que la tension du sang contenu à leur intérieur.

Le raisonnement que nous venons de faire pour les capillaires, peut être fait de même pour les veines. Les artères ont une tunique résistante, qui permet jusqu'à un certain point à la tension artérielle de dépasser la tension intra-oculaire.

Ceci dit, nous pourrions mesurer les différentes tensions sanguines dans les vaisseaux de l'œil.

La manométrie, qui nous donne 24 $\frac{\text{mm}}{\text{mm}}$ Hg. en moyenne pour le lapin, nous indique par là même le chiffre de la tension capillo-veineuse.

Pour avoir la tension artérielle, observons à l'ophtalmoscope le même œil pourvu d'un manomètre et appuyons le doigt sur la sclérotique, jusqu'au moment où nous verrons disparaître le sang des artères. Le chiffre marqué à ce moment indiquera la pression artérielle augmentée, il est vrai, de la résistance à l'écrasement des artères qui est loin d'être une quantité négligeable.

La valeur de cette tension sera d'ailleurs celle de la tension artérielle maxima. Bellarminoff a montré que la succession synchrone au pouls des tensions maxima et minima produit des variations mesurables de la pression intra-oculaire. Il est en effet arrivé à photographier, sur un papier sensible enroulé sur un tambour tournant, les oscillations d'une colonne mercurielle contenue dans une des branches d'un petit manomètre en U, mis en communication avec la cavité oculaire.

Toujours par la méthode manométrique, on a fait une série d'expériences destinées à mettre en évidence

le parallélisme de la tension oculaire et de la tension sanguine.

On s'est aperçu ainsi que tous les facteurs qui augmentent la tension sanguine font augmenter l'ophtalmotonus.

L'excitation du sympathique au cou, l'excitation galvanique de la moelle cervicale, la ligature de l'aorte descendante, les efforts d'expiration, les efforts musculaires, l'injection intra-veineuse d'adrénaline (1), de digitale, l'injection d'une grande quantité de sérum artificiel dans le torrent circulatoire font monter parallèlement les tensions sanguine et oculaire.

Les plus gros chiffres sont obtenus chez le lapin par l'injection intraveineuse de sérum :

La tension artérielle dans l'œil passe de 120^{mm} Hg à 300^{mm} Hg (2), l'ophtalmotonus de 25^{mm} à 100^{mm}.

On peut encore augmenter la tension, non plus dans les artères, mais dans tout le système circulatoire oculaire en liant les vasa vorticosa qui résument une grande partie de la circulation veineuse de l'œil, sinon toute cette circulation. Cela est relativement facile à faire, rangés qu'ils sont au nombre de 4 ou 5

(1) Nous verrons plus loin que l'adrénaline en instillation diminue au contraire la tension oculaire.

(2) En réalité, cette tension artérielle initiale de 120^{mm} Hg. est trop forte ; elle est même plus forte que la tension artérielle dans la carotide du lapin qui oscille entre 90 et 110. Elle est la somme de la pression vraie et de la valeur de la résistance artérielle à l'écrasement. Mais comme cette même résistance, cause d'erreur absolue, se retrouve tout le temps de l'expérience, on peut accepter les chiffres de la tension artérielle intra-oculaire, sinon comme ayant une valeur absolue, au moins comme ayant une valeur relative par comparaison l'un à l'autre.

sur l'équateur de l'œil, gros et bien visibles. On obtient ainsi une élévation de tension oculaire, de 25^{mm} avant toute expérience, à 70^{mm} et plus chez le lapin.

Chez le chat, Adamük (1867) obtint jusqu'à 90^{mm}.

Il n'est guère possible de monter à une tension plus haute, les veines ciliaires antérieures et la veine centrale de la rétine échappant en général à la ligature.

L'action de la ligature de la veine jugulaire est nulle, le courant sanguin se faisant facilement passage à travers les nombreuses anastomoses veineuses.

Inversement, toute cause d'hypotension artérielle ou veineuse va ramollir le globe oculaire.

C. Weber le premier observa la diminution de pression oculaire à la suite de la ligature de la carotide. La saignée générale, la saignée locale (temporale), l'excitation du pneumogastrique, l'excitation du bout central du nerf dépresseur de Cyon, la section ou la destruction de la moelle cervicale, l'inspiration, l'ouverture du thorax font baisser plus ou moins la tension oculaire mesurée au manomètre. Le maximum est donné par la saignée à blanc ou par l'arrêt du cœur.

L'œil du lapin a alors une tension de 8 à 12^{mm} Hg.

Voici donc un fait nouveau qui nous montre que, subordonnée en grande partie à la tension sanguine, la tension intra-oculaire a cependant, d'une certaine façon, une existence indépendante. L'étude de l'œil

énucléé montre que la tension baisse lentement après l'énucléation. Elle n'est plus fonction alors que de la quantité des milieux contenus dans la coque oculaire, de la résistance de cette coque et aussi de la contractilité propre de la choroïde qui survit plusieurs jours à l'énucléation, comme l'ont montré les expériences de galvanisation d'un œil isolé que nous avons relatées au paragraphe précédent.

C'est très probablement par l'intermédiaire de leur action sur la pression artérielle que toute une série des facteurs semblent agir sur la tension intra-oculaire.

Ainsi celle-ci augmente avec la taille des sujets (Graser); plus grande chez le lapin, 20-25^{mm} que chez le cobaye, 12 à 15^{mm}; plus grande chez le chat, 25 à 37, que chez le lapin, elle devient égale à 60 chez le cheval (Socor 1905). Signalons que les tensions carotidiennes sont respectivement de 100^{mm} chez le lapin et 280^{mm} Hg chez le cheval.

La pression atmosphérique agit de même :

Dans la cloche à plongeur, à 2 atm. 1/2, la tension de l'œil du lapin devient plus du double de ce qu'elle est sous une pression de 760^{mm} (Nicati). Inversement, sur les hauts plateaux du Mexique, la tension intra-oculaire du lapin est de 21^{mm} au lieu de 24^{mm} dans la plaine (U. Troncoso); au bord de la mer elle devient égale à 25 à 26.

Dans les mêmes conditions, Herrera et Vergara Lope ont trouvé des différences de pression carotidienne du même ordre, confirmées par Camus.

Nous avons intentionnellement laissé de côté un

facteur important de la tension vasculaire, le plus important facteur de tension locale. C'est le système nerveux vaso-moteur de l'œil.

Un premier groupe d'éléments, très simples, consiste dans les cellules nerveuses accolées étroitement aux tuniques des artères rétiniennes et uvéennes (bien figurées par Iwanoff, dans le traité de Wecker et Landolt), et fonctionnant en arc réflexe très court: les impressions nées du choc de la pression sanguine sur la paroi vasculaire interne sont par lui réfléchies sur la cellule musculaire.

Il constitue le réflexe vaso-vasculaire local, celui que la pression dans l'intérieur de chaque vaisseau éveille au lieu même de l'excitation (Nicati). Il est clair que ce premier système ne peut être individualisé et suivi par le physiologiste.

Un second groupe d'éléments comprend les fibres reliant ces éléments ganglionnaires aux centres. Elles appartiennent au sympathique émané des ganglions thoraciques et cervicaux.

L'excitation du sympathique au cou donne de la vaso-constriction.

Morat et Doyon, en excitant le sympathique thoracique ont obtenu de la vaso-dilatation.

Enfin, les centres médullaires occupent les segments suivants : 8^e cervicale, 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e dorsales.

Mais ces nerfs moteurs ne sont pas les seuls que possèdent les vaisseaux. Ils ont des fibres nerveuses pourvues d'une autre fonction sensitive.

Ces fibres intra-musculaires entrent en relation

avec de nombreux groupes de cellules nerveuses situées par 10 à 20 à la fois dans la choroïde presque au contact des éléments musculaires décrits par Münch dans cette membrane. Ces groupes de cellules ont été décrits par Henri Müller, aussi a-t-on donné à leur ensemble le nom de ganglion de Henri Müller. Ce nouvel appareil nerveux vasculo-choroïdien est le siège du réflexe hémochoroïdien.

Les terminaisons nerveuses, situées dans l'endothélium des vaisseaux, impressionnées par la tension sanguine vont conduire leurs impressions aux cellules du ganglion de Müller, qui les réfléchiront sur les éléments musculaires de la choroïde. Ainsi, à chaque augmentation de tension sanguine correspondra une contraction de la choroïde augmentant la tension intra-oculaire. Le tonus sanguin et l'ophtalmotonus auront donc constamment des oscillations parallèles. C'est ce qui explique entre autres choses, pourquoi il n'y a pas normalement de pouls artériel visible à l'ophtalmoscope. A chaque accroissement de tension sanguine, tendant à déformer l'artère, s'oppose un accroissement analogue de la tension oculaire qui contre-balance l'effort du premier.

L'importance du réflexe hémochoroïdien est considérable. Il est bien probable que c'est par son intermédiaire et aussi par l'action qu'elle exerce sur la sécrétion de l'humeur aqueuse, que la tension sanguine intervient pour modifier la tension oculaire.

Comme pour l'appareil vaso-moteur, après avoir étudié l'arc le plus simple du réflexe hémochoroïdien, il y aurait lieu de chercher comment cet appa-

reil primaire est relié aux centres supérieurs, quels sont les nerfs qui, par son intermédiaire, augmentent le tonus de l'œil. Mais on n'a pu encore dissocier exactement le trajet de ces fibres nerveuses de celui des fibres analogues en rapport avec le réflexe pariéto-choroïdien que nous apprendrons à connaître au paragraphe suivant. Ces deux réflexes ont, en effet, tous deux pour objet d'augmenter la tension oculaire ; aussi, lorsqu'on modifie la tension oculaire par l'excitation d'un nerf, ne sait-on pas si l'action s'est produite par l'intermédiaire de l'un ou de l'autre.

Nous remettons donc l'étude des nerfs de l'ophtalmotonus après celle du réflexe pariéto-choroïdien.

C) Rôle des milieux et de la circulation lymphatique.

Nous sommes obligés d'étudier en même temps le rôle des milieux et de la circulation lymphatique. En effet, la circulation lymphatique n'agit pas à la façon de la circulation sanguine. Elle intervient surtout pour renouveler certains milieux de l'œil, pour accroître leur volume ou leur tension.

Des trois milieux de l'œil, humeur aqueuse, cristallin et vitré, nous éliminerons d'abord le cristallin. Celui-ci, le plus solide d'ailleurs, forme une masse bien peu modifiable. En tout cas elle est très difficilement perméable.

On sait que B. Jones (1865, *Proced. of the Roy. Soc.*), faisant ingérer 18 gr. de chlorure de lithium à un lapin, trouve le spectre du métal dans tous les

tissus vasculaires, dans les cartilages, dans l'humeur aqueuse après 15 minutes, dans le cristallin au bout de 30 minutes seulement. En trois ou quatre jours, tous les tissus étaient débarrassés de leur lithium, seul le cristallin mit 35 jours.

Les expériences à la fluorescéine donnent des résultats comparables.

En raison d'une inertie pareille, si le cristallin par sa masse augmente la tension oculaire, il est absolument incapable d'apporter de lui-même une modification à cette tension une fois établie.

Il n'en est pas de même du corps vitré. On a fortement discuté sur la reproduction possible du corps vitré. Niée par les uns, elle est admise par les autres : en tout cas elle est peu rapide. Mais si la reproduction en est lente, les échanges peuvent être importants entre le corps vitré et les tissus environnants. Les injections de matières colorantes dans différents points de l'œil montrent que des courants viennent apporter ces matières dans le vitré en peu de temps. C'est surtout de la chambre antérieure que viennent ces courants.

Il en vient aussi de l'iris ; on admet même (Nicati) que la rétine a un apport, probablement très faible. Une injection d'encre de Chine dans le nerf optique permet de retrouver des particules noires dans le vitré.

Ces courants continuels augmenteraient considérablement la tension, s'il n'y avait d'autres courants issus du vitré pour aller se jeter dans d'autres formations et rétablir l'équilibre rompu par les pre-

miers. On les met en évidence, toujours par des injections de matières colorantes (encre de Chine, fluorescéine), mais faites cette fois-ci dans le vitré.

Gifford, Nuel et Benoit ont aussi démontré l'existence d'une voie d'élimination rétinienne ou postérieure, d'une voie antérieure plus largement ouverte, celle de l'humeur aqueuse.

On a pu suivre l'encre de Chine dans le nerf optique et jusque dans la pie-mère, qu'elle finit par traverser.

Si l'on excepte la rétine et le nerf optique, la plus grande partie de la circulation du corps vitré vient de l'humeur aqueuse pour y retourner.

L'humeur aqueuse, contenue dans la chambre antérieure, dans la chambre postérieure et le canal godronné de Petit est certainement des milieux de l'œil, celui qui joue le plus grand rôle dans l'hydraulique oculaire.

Cela est évident, si l'on songe qu'en une demi-heure, la chambre antérieure ponctionnée s'est de nouveau reformée. On a noté dans les premiers instants de la ponction un écoulement de $48 \text{ m}^3/\text{m}$ cubes à la minute. Hering ponctionne la chambre antérieure et la relie à un réservoir où l'humeur aqueuse s'accumule sous pression. Il constate un écoulement d'abord rapide, puis de plus en plus lent, puis un état stationnaire. C'est qu'à ce moment l'humeur aqueuse est résorbée aussi vite qu'elle se forme.

Une série d'expériences ont permis d'évaluer la sécrétion de l'humeur aqueuse, non plus dans des conditions artificielles, telles que la ponction de la

chambre antérieure, mais à l'état normal d'intégrité de l'œil. Il serait trop long de les rapporter en détail, nous donnerons seulement les résultats.

Leber a trouvé environ 5 millimètres cubes à la minute sous la pression de 25 ^m/_m Hg, pression normale du lapin.

Uribe Troncoso, se plaçant dans des conditions plus proches selon lui de la normale, ne trouve que 1 mmc. 6.

D'après ces chiffres, l'humeur aqueuse de l'homme se renouvellerait entièrement dans un espace de 1 à 3 heures. On comprend bien comment un liquide aussi rapidement sécrété peut provoquer des variations de l'ophtalmotonus.

Pour être complète, l'étude de l'humeur aqueuse doit comprendre sa sécrétion et son excrétion, dont l'équilibre seul peut permettre la constance de la pression oculaire.

Des faits multiples d'embryologie, de pathologie, d'expérimentation, démontrent qu'une faible partie de l'humeur aqueuse peut provenir de l'humeur vitrée et de la face antérieure de l'iris ; mais la plus grande partie de ce liquide est produite à la surface des procès ciliaires. Haller et Zinn le savaient déjà. Nous mentionnerons seulement l'expérience suivante de Deutschman (1886) : l'iris et les procès ciliaires d'un lapin sont arrachés ensemble. Après résorption du sang épanché, des ponctions de la chambre antérieure montrent que l'humeur aqueuse ne se reproduit plus que lentement.

Les injections vasculaires de fluorescéine démon-

trent de même le rôle très important des procès ciliaires dans la sécrétion aquipare.

Avant d'étudier le mécanisme même de cette sécrétion, nous voudrions exposer rapidement les voies d'excrétion de l'humeur aqueuse. Cet ordre, peu logique en apparence, nous facilitera plus tard la discussion du rôle de la pression osmotique et de la concentration moléculaire des milieux dans la tension de l'œil.

L'humeur aqueuse peut passer en faible quantité dans le corps vitré et par lui se déverser dans la voie d'excrétion postérieure que constitue la rétine, le nerf optique, ses gaines et l'espace arachnoïdien. Elle peut passer aussi en quantité encore plus faible dans les membranes de l'œil, cornée et sclérotique. Mais sa grande voie d'excrétion, c'est la face postérieure de l'iris. Creusée de cryptes, d'anfractuosités nombreuses, cette membrane est une véritable éponge qui s'imbibe d'humeur aqueuse et conduit ce liquide dans le canal de Schlemm et de là dans les veines ciliaires antérieures et postérieures.

La démonstration en est fournie par les injections d'encre de Chine dans la chambre antérieure. Schwalbe, Nuel et Benoit, Arayama, ont trouvé la couleur dans les cryptes iriennes, dans le canal de Schlemm et dans les veines.

Que l'angle irido-cornéen soit enflammé, le canal de Schlemm obstrué, la résorption d'humeur aqueuse ne se fera plus, et on aura un œil glaucomateux.

Revenons au mécanisme de la production de l'humeur aqueuse.

On a longtemps cru que ce mécanisme était simple ; les procès ciliaires, très vascularisés, laissaient filtrer, par simple osmose, l'humeur aqueuse, comme les vaisseaux des organes laissent filtrer la lymphe.

Mais à cela il y a des objections. L'humeur aqueuse normale n'a pas la même constitution que la lymphe. Elle est moins albumineuse. Elle est incoagulable. Elle n'a pas enfin le même point cryoscopique, ni la même conductibilité électrique, par conséquent pas la même concentration moléculaire.

Il faut donc chercher un autre mécanisme aquipare, qui ne peut être qu'une sécrétion élective accomplie par une glande.

Des recherches histologiques ont été faites par Nicati qui a décrit sous le nom de glande de l'humeur aqueuse, glande des procès ciliaires, un appareil extrêmement complexe. Il a reconnu à l'épithélium de l'orbe rétinienne, des procès ciliaires et de la face postérieure de l'iris des caractères glandulaires.

A cet épithélium dont la face inférieure repose sur un tissu richement vascularisé, vient s'adjoindre un système musculaire qui exprimera pour ainsi dire les produits de sécrétion et qui, par sa contraction, étranglera les vaisseaux veineux, rendant ainsi les capillaires turgescents pour favoriser le fonctionnement de l'épithélium. C'est le muscle choroidien que nous connaissons déjà.

Enfin, des nombreuses cellules ganglionnaires représentent le système nerveux.

Tel est le mécanisme que Nicati admet pour l'humeur aqueuse normale. Celui-ci présente des carac-

tères constants, et notamment une concentration moléculaire spéciale, 0,59-0,61, plus considérable que celle du sang. Ces chiffres ont été obtenus par Bottazi et Sturchio (1905), par les recherches de la pression osmotique et de la conductibilité électrique.

Künst a obtenu les mêmes résultats par la recherche du point cryoscopique. Toutes ces méthodes concordant, nous n'admettons pas les conclusions de Nuel. Celui-ci mesurant la quantité d'eau distillée qu'il faut ajouter à du sérum ou à de l'humeur aqueuse pour provoquer l'hémolyse des globules rouges, admet que ces deux liquides sont isotoniques.

La composition des liquides de l'organisme est tellement complexe et si mal connue, que les globules rouges sensibles à la tonicité mais aussi parfois à la composition chimique du milieu (par exemple, des solutions isotoniques d'urée hémolysent) n'est pas un indicateur très précis.

Künst, Bottazi et Sturchio ont admis que la constance de la tension oculaire est due à cette concentration moléculaire fixe. Les milieux oculaires, et notamment le corps vitré très hygrométrique, attirent l'eau des organes environnants jusqu'à ce que la pression intra-oculaire soit égale à la pression osmotique correspondant à la concentration moléculaire de l'humeur aqueuse et du corps vitré.

Quelques auteurs ont trouvé parfois une différence de concentration entre le corps vitré et l'humeur aqueuse. Il devait donc y avoir dans ces cas une tension un peu différente dans la chambre antérieure et

derrière le cristallin. D'un autre côté, Adolphe Weber expérimentant sur l'ésérine, admet la possibilité de ce phénomène et l'explique par le fait que l'ensemble du cristallin et de l'iris peut parfois former un diaphragme assez résistant pour isoler relativement les deux portions antérieure et postérieure de l'œil.

Quoi qu'il en soit de ces discussions, l'origine glandulaire de l'humeur aqueuse n'en reste pas moins bien établie.

Est-ce à dire que ce soit toujours là son origine ? Nicati qui a découvert la glande ciliaire, admet lui-même qu'un autre mécanisme peut produire le liquide de la chambre antérieure, au moins dans certains cas.

Ce second mécanisme, c'est la filtration à travers les vaisseaux à la façon de la lymphe hystique. Ainsi s'explique que, à la suite des ponctions multiples, l'humeur aqueuse devient plus albumineuse, devient fibrineuse et coagulable. Dans cette filtration intervient encore le réflexe pariéto-choroïdien : le muscle choroïdien étranglant les veinules, distend les capillaires et favorise la dialyse des liquides. Comme pour la sécrétion, l'origine de ce réflexe est la diminution de pression à l'intérieur de l'œil.

D) Rôle du système nerveux.

Reste maintenant à étudier quels sont les nerfs qui relient les arcs primaires des réflexes hémochoroï-

dien et pariéto-choroïdien aux centres, c'est-à-dire quels sont les nerfs qui règlent l'ophtalmotonus, soit en agissant sur le muscle choroïdien, soit en réglant la production des milieux oculaires.

Trois nerfs ont été étudiés : le grand sympathique, le moteur oculaire commun, le trijumeau.

Pour le sympathique, les résultats obtenus (Adamük, Lagrange et Pichon, Hippel et Grünhagen) ne sont pas absolument nets. Le plus souvent son excitation fait monter la tension oculaire de quelques millimètres. La section produit un effet inverse qui s'atténue peu à peu avec le temps et finit par disparaître. En clinique, on voit de même les paralysies sympathiques donner pendant quelques semaines de l'hypotonie oculaire (Pourfour du Petit), puis cette cette hypotonie disparaît.

Les effets du sympathique semblent dus surtout à son action vasculaire, car l'œil du côté opposé présente à un moindre degré les mêmes phénomènes que l'œil en expérience, comme les vaisseaux du côté opposé présentent des modifications parallèles à celles qu'offrent les vaisseaux satellites du nerf excité.

Le nerf de la troisième paire a une action plus nette. Son excitation (Adamük) donne de l'hypertonie. On a dit qu'elle était due à la contraction des muscles droits de l'œil.

Mais en même temps que les muscles droits, le moteur oculaire commun commande le muscle ciliaire. Son excitation déplace les aiguilles d'Hensen et Volkers plantées à l'équateur de l'œil. Il agit donc

sur le tonus par l'intermédiaire du muscle choroïdien. Signalons cependant que les paralysies du moteur oculaire commun ne troublent pas la tension oculaire (nous en donnons un exemple).

Peut-être y a-t-il des voies nerveuses suppléantes.

Le trijumeau, enfin, a une action encore plus nette. La section de ce nerf, qu'on la fasse intra-éranienne ou que l'on coupe les filets sensitifs autour de la cornée, donne une élévation de tension extrêmement marquée.

Donders en 1864, Hippel et Grünhagen en 1870, confirment les faits. Ils notent que l'hypertonie persiste quelques jours au plus pour faire place à de l'hypotonie, due selon eux aux fibres sympathiques incluses dans le trijumeau et actionnées avec lui.

La présence de ces fibres sympathiques a été invoquée pour expliquer l'effet paradoxal de l'excitation du bout périphérique de la 5^e paire qui donne également de l'hypertonie, mais moins marquée que la section.

Quant à l'excitation du bout central, également hypertonisant, elle n'a pas grande signification : l'excitation de tous les nerfs sensibles agite l'animal et donne de l'hypertonie.

Nous voici parvenus au terme de l'étude expérimentale de la tension oculaire normale. Nous n'avons envisagé que les mammifères ; nous avons vu que chez eux la tension oculaire est constituée par un équilibre entre la résistance et la contractilité de

la coque oculaire, d'un côté, et de l'autre, la tension sanguine, la circulation lymphatique, la sécrétion de l'humeur aqueuse.

Chez les oiseaux et les reptiles il en est de même, la choroïde chez eux est encore plus nettement musculaire et le muscle choroïdien forme avec le muscle ciliaire un ensemble contractile ininterrompu.

Chez le poisson il n'y a plus d'éléments contractiles dans la coque oculaire. Mais chez eux la glande vasculaire choroïdienne remarquablement développée pourra suppléer à l'absence de contractilité par une sécrétion plus abondante de l'humeur aqueuse.

Enfin, les seuls invertébrés qui aient un œil comparable à celui des vertébrés, les céphalopodes, présentent une coque oculaire où l'on a remarqué quelques mouvements. Leur appareil d'accommodation est aussi musculaire.

Quoique les travaux manquent à ce sujet, il n'est pas impossible que le tonus ne dépende chez eux des mécanismes que nous avons étudiés.

CHAPITRE II

De la Tonométrie Oculaire.

La tension intra-oculaire que nous venons d'étudier au point de vue physiologique peut se mesurer de diverses façons. Nous avons indiqué une de ces méthodes, qui constitue la manométrie oculaire. Nous y reviendrons. Mais il en est d'autres beaucoup plus intéressantes, en ce que, ne blessant pas l'œil étudié, elles peuvent sortir des laboratoires de physiologie pour prendre place dans le cabinet de l'ophtalmologiste.

On peut les classer de la façon suivante :

I Méthode intra-oculaire : Ophtalmomanométrie.

II Méthodes extra-oculaires :

a) Détermination ophtalmométrique des rayons de courbure de la cornée.

- b) Tonométrie digitale.
- c) Tonométrie instrumentale.

I. — MÉTHODE INTRA-OCULAIRE

(Ophtalmomanométrie)

Cette méthode n'est autre chose que l'application à la mesure de la pression oculaire des procédés employés pour mesurer les pressions en hydraulique. C. Weber, introduisant dans l'œil d'un lapin la canule d'un manomètre à mercure, a créé le procédé en même temps qu'il établissait de façon indiscutable l'existence de la tension oculaire.

Le nombre des appareils que construisent après Weber les différents auteurs qui se sont occupés de la question, indique les efforts que l'on fit pour perfectionner cette méthode.

Schulten, Holtzke, firent établir un manomètre double pour mesurer en même temps les tensions de deux yeux.

Le manomètre à filtration de Leber, qui a donné entre les mains de son auteur tant de résultats, sert encore aujourd'hui pour rechercher les pressions sanguines dans les vaisseaux de l'œil.

Bellarminoff, avec un manomètre spécial stable, photographie sur une pellicule sensible se déroulant uniformément, les oscillations de la tension intra-oculaire.

A citer encore : le micromanomètre de Hering, le

manomètre différentiel de Hamburger, avec lequel celui-ci établit l'égalité des pressions existant dans la chambre antérieure et le vitré (au moins dans la très grande majorité des cas, puisque nous avons vu, au chapitre de physiologie que parfois il n'en est pas ainsi).

Rindfleisch, Ehrlich, Zuntz et d'autres expérimentèrent avec leurs appareils sur différents animaux, et trouvèrent des chiffres que nous donnons dans le tableau ci-dessous.

Les résultats sont exprimés en millimètres de mercure. Leur moyenne nous servira à contrôler les chiffres obtenus par les différents tonomètres.

Wegner, chez le lapin. 18 à 35 ^m/_m Hg - moy. 26

Leber, sur 12 obser-

 vations. 18,5 à 29,5 » 23

Niesmanoff, avec la

 cocaïne. » 25

Toltzke et Graser, chez

 le chat avec le Bil-

 lroth. » 28,4

 la morphine. » 18,5

 curare. » 16

Adamük, avec le chlo-

 roforme. 22 à 27 » 24

Grünhagen, avec le cu-

 rare. 22 à 29 » 25,5

Hippel et Grünhagen

 avec l'atropine. » 23

Stocker.

22 à 32 » 28,5

Pflüger, chez le lapin avec le curare.		» 18
Schulten, avec le cu- rare ou chloral.	15 à 30	» 22,5
Stocker, avec le Bil- lroth.	18 à 20	» 19
Schulten, chez le chien avec le curare.		» 24
Adamük, avec l'opium.	15 à 24	» 19,5

On ne possède qu'une seule observation pour l'œil de l'homme, faite par Wahlfors, avec le manomètre de Schulten, sur un œil qui devait être énucléé, et qui donna $26 \text{ }^{\text{m}}/\text{m}$ Hg.

Ces chiffres, comme on le voit, oscillent entre 16 et $30 \text{ }^{\text{m}}/\text{m}$ de Hg; nous pouvons donc prendre la moyenne de $26 \text{ }^{\text{m}}/\text{m}$, qui paraît être le plus généralement trouvée pour l'œil de l'homme et pour celui du lapin.

II. — MÉTHODES EXTRA-OCULAIRES

Elles sont, nous l'avons dit, au nombre de trois :

a) *Ophtalmométrie*. — Cette méthode, essentiellement géométrique, consiste à déterminer les rayons de courbure de la cornée.

C'est Helmholtz qui l'a appliquée à la mesure de la tension oculaire.

D'après cet auteur, la courbure de la cornée est d'autant plus grande que la tension oculaire est plus forte; il serait donc possible, en mesurant les différents rayons cornéens, de reconnaître l'hypertension

ou l'hypotension dans les différents états pathologiques qui les déterminent.

Des expériences faites par Schelske sur des yeux du lapin ou des yeux humains énucléés, semblent confirmer l'opinion d'Helmholtz.

Au contraire, Donders et Coccius, sur des yeux glaucomateux, n'ont pas trouvé des rayons sensiblement différents de ceux que présentent des yeux normaux.

Reuss et Stocker n'ont pas trouvé que les mydriatiques ou les myotiques fissent varier parallèlement ou suivant un rapport défini la tension oculaire et les rayons de courbure de la cornée.

Il est certain que l'œil doit modifier sa forme sous l'influence de l'hypertension progressive des liquides intra-oculaires ; mais l'allongement ou le raccourcissement des rayons cornéens doit être très faible proportionnellement à la poussée intérieure.

D'ailleurs, certains auteurs, entre autres Snellen (1874), n'admettent pas que tous les yeux à tension normale aient les mêmes rayons de courbure. La cornée d'un œil astigmatique n'a pas la forme d'une cornée normale, et cependant les deux yeux peuvent avoir la même tension.

Toutes ces raisons, jointes à la complexité des appareils et des calculs qu'ils obligent à faire rend l'ophtalmométrie inapplicable à la recherche clinique de la tension oculaire.

b) *Tonométrie digitale*. — La deuxième méthode de détermination de la tension intra-oculaire constitue le palper oculaire ou tonométrie digitale.

Le palper digital est l'expérience primordiale fondamentale, celle qui a servi, sert et servira toujours à l'appréciation sommaire de la dureté de l'œil et partant de la tension oculaire.

Procédé simple et primitif, le palper digital a été appliqué, pour ainsi dire inconsciemment, dès que l'on se rendit compte que l'hypertension oculaire était le principal symptôme du glaucome.

Dans son traité de la cataracte, en 1709, Brisseau en parle comme l'utilisant d'une manière courante.

Nous devons à Mackensie les premières observations précises à ce sujet. Il fait remarquer dans son Traité sur les maladies de l'Œil en 1856, que lorsqu'on appuie le doigt sur un œil glaucomateux, celui-ci semble aussi dur qu'un caillou.

Le palper s'exerce soit directement sur le globe oculaire, soit indirectement à travers les paupières, d'où deux procédés :

Le palper immédiat.

Le palper transpalpébral.

Le palper transpalpébral est seul utilisé en clinique, car le premier a l'inconvénient de se pratiquer directement sur l'œil. Il requiert l'emploi des anesthésiques et ne compense tous les inconvénients de l'imprécision par aucun des avantages que nous demandons aux appareils tonométriques directement appliqués sur l'œil eux aussi.

Il se pratique avec un seul doigt ou avec deux doigts. Dans le palper transpalpébral à l'aide d'un doigt, on refoule d'abord légèrement la peau et le tissu lâche de la paupière jusqu'à ce qu'on arrive au

contact du cartilage tarse et par son intermédiaire sur le globe oculaire.

Ce contact établi, on exerce une série de pressions graduées, faibles, puis de plus en plus fortes.

Il y a plusieurs façons de pratiquer le toucher transpalpébral avec deux doigts :

1°) On saisit le globe oculaire vers son équateur par le pouce et l'index d'une même main placés aux extrémités d'un même diamètre. Une légère pression de deux doigts rend compte de la tension.

2°) L'index et le médius d'une main sont enfoncés sous la voûte orbitaire, placés l'un auprès de l'autre. On appuie alternativement avec l'un et l'autre doigt, à la façon dont on palpe avec l'une et l'autre main pour rechercher la fluctuation d'une collection liquide.

La contre-pression est exercée ici par le coussinet graisseux de l'orbite.

3°) On peut opérer de la même façon, mais en utilisant au lieu du médius et de l'index d'une main, les deux index.

4°) Enfin, on peut faire le palper transpalpébral bilatéral. Pour cela on emploie soit le procédé unidigital, un index étant appliqué sur chaque œil, ou bien on applique de chaque côté l'index et le médius ensemble.

On peut ainsi se rendre compte des minimes différences existant entre les deux yeux.

Nous ne devons pas oublier, en effet, qu'il y a des yeux physiologiquement mous dont l'hypertension correspond à une pression aussi élevée que la tension

considérée comme normale. Dans ces cas, la plus grande dureté d'un œil par rapport à son congénère pourra seule nous permettre d'affirmer l'hypertension de cet œil.

Le palper digital est un moyen d'appréciation simple. Fait par un ophtalmologiste très entraîné, il pourra donner des renseignements précieux. Mais une longue éducation que ne peut acquérir le plus souvent le praticien, est nécessaire pour arriver à de pareils résultats.

D'autre part, il n'est nullement un procédé de mesure de la tension intra-oculaire telle que nous la comprenons actuellement avec les nouveaux tonomètres. Enfin, il ne faut pas oublier que les renseignements qu'il fournit sont entièrement relatifs.

Cliniquement nous pouvons dire que tel œil présente une hypertension pathologique, quand avec une dureté manifeste se joignent des troubles visuels qui viennent confirmer la sensation du médecin. Mais nous savons qu'il y a des glaucomes qui restent longtemps monosymptomatiques, ne présentant pas d'autre signe qu'une légère hypertension. Comment dépister cette hypertension du début à l'aide du seul palper à un moment où il serait si utile de faire le diagnostic de glaucome ?

Les résultats du palper transpalpébral ou tonométrie digitale, ont reçu une consécration numérique dans la formule ou plutôt le signe introduit en ophtalmologie par Bowmann. Cet auteur représente par $T = 0$ ou $T = \infty$ ou encore $T = N$, la tension normale, par $T + 1$, $T + 2$, $T + 3$ les différents degrés

d'hypertension, par $T - 1$, $T - 2$, $T - 3$ les degrés d'hypotension. Il est entendu que $T + 3$ correspond à la dureté de la bille d'ivoire.

A quoi correspondent au juste $T + 2$, $T + 1$ et à plus forte raison $T - 3$, $T - 2$, $T - 1$? Il n'y a là rien qui puisse éveiller en nous une idée nette. Nous sommes obligé de constater que cette notation défectueuse fût introduite après que des instruments tonométriques eurent été gradués en millimètres de mercure.

D'ailleurs, si la notation en millimètres de mercure est excellente et se comprend immédiatement, il n'en est pas de même d'une autre graduation en grammes, employée dans certains tonomètres. Dire $T = 20$ gr. n'est guère plus clair pour nous que $T + 2$ ou $T + 1$.

Nous préférons donc de beaucoup une expression analogue à celle que tout le monde utilise pour les tensions intra-vasculaires, c'est-à-dire une certaine colonne de mercure et nous conviendrons d'exprimer toujours en millimètres la hauteur de cette colonne.

Ceci dit une fois pour toutes, voyons quels sont les appareils de tonométrie oculaire.

c) *Tonométrie instrumentale.* — *Les Tonomètres.*
— Les divers tonomètres ou appareils destinés à être appliqués sur le globe oculaire pour mesurer la tension peuvent se diviser en deux groupes, suivant le principe qui a guidé leur construction.

Ce sont :

1° *Les tonomètres à tige ou « Impressions tonometer » ;*

2° *Les tonomètres à plaque ou « Aplations tonometer »* des Allemands.

Les premiers visent à obtenir une dépression concave dont la profondeur sera en rapport avec la tension oculaire et la force avec laquelle est appliqué l'appareil. Les seconds rendent plane une surface du globe plus ou moins grande, suivant encore les mêmes facteurs : tension oculaire et force d'application.

Ces instruments s'appliquent directement sur le globe, nécessitent l'anesthésie de la cornée.

Une classe à part doit être faite pour un nouveau tonomètre, celui de M. Stephenson, de Londres, dont nous n'avons pas pu nous procurer encore d'exemplaire. Nous signalerons seulement, pour être complet, que sa particularité consiste en ce qu'on l'applique sur le globe à travers les paupières fermées sans effort. Ce tonomètre transpalpébral serait donc le meilleur modèle pour les recherches cliniques courantes, en raison de son emploi facile qui ne nécessite pas d'anesthésique, dont l'action plus ou moins lente sur la sensibilité fait perdre du temps et qui souvent sont gênants par suite de leur pouvoir sur la pupille et l'accommodation.

1° Tonomètres à tige. « Impressions tonometer »

Ce sont, nous l'avons dit, des appareils qui mesu-

rent la pression oculaire à l'aide des rapports qui existent entre celle-ci et la profondeur d'une dépression produite par une certaine force.

Le premier instrument destiné à mesurer le degré de tension oculaire est dû à A. de Graefe (1863).

Il a été construit d'après le principe d'une dépression variable pour une force également variable, et consiste schématiquement en ceci : une pression est exercée à l'aide d'un poids et d'un levier sur une tige et par l'intermédiaire de celle-ci sur l'œil.

L'instrument prend son point d'appui sur le front ou la région orbitaire. Pour pouvoir mesurer la profondeur de la dépression produite par la tige dans la sclérotique, il faut une immobilité absolue du globe. L'anesthésie générale est donc nécessaire, ce qui restreint considérablement l'emploi de cet appareil qui n'a jamais été utilisé de façon courante dans la pratique.

La même année (1863), Hamer, sans connaître les expériences de de Graefe, construit un appareil basé sur le même principe et qui fut modifié deux ans après par Lecoultré, le célèbre horloger de Genève.

Mais les résultats obtenus par ces appareils ne sont pas facilement comparables. La complexité des rapports de la tension avec les deux facteurs variables, force employée et dépression produite, est trop grande.

Pour obtenir un appareil plus pratique, il faut rendre constant un des facteurs.

On peut dire qu'un simple fil suffit à M. Dor pour

cela. C'est, en effet, à M. Dor que l'on doit le premier appareil à poids constant.



Cet appareil n'est autre que celui de Hamer-Le-coultré, poussé à son extrême perfection mécanique. Pour qu'il ne pèse sur l'œil que par son seul poids, il est suspendu à un fil à l'aide duquel on le pose sur

le globe, sur la sclérotique, ou mieux sur la cornée ; de cette façon on évite que la main qui tient l'appareil en position verticale n'exerce une pression supplémentaire qui se surajouterait au poids propre de l'appareil. La photographie ci-contre montre la constitution de l'appareil et le mode de s'en servir.

Bien que le moyen employé pour obtenir l'indispensable facteur constant, soit assez simple et primitif, et surtout ne permette à l'appareil aucune stabilité, l'instrument de M. Dorpeut être considéré comme le type des appareils à tige, car cette modification constitue le premier jalon dans les perfectionnements successifs apportés aux autres appareils construits plus tard.

Donders proposa pour obtenir cette constante, d'allonger l'aiguille de telle façon que sa pression sur la tige restât sensiblement la même.

Pour Monnik, le problème à résoudre est celui-ci : il faut un instrument qui indique à quelle profondeur le poinçon déprime la sclérotique et en second lieu la force nécessaire pour produire cette dépression.

L'appareil construit par Monnik, à Utrecht, en 1870, permet de prendre comme constante, tantôt le poids exercé, tantôt la profondeur de la dépression produite. A cet effet, l'instrument qui a la forme d'une montre, est pourvu de deux tiges en rapport chacune avec une aiguille qui se meut sur le cadran de l'instrument.

Des deux tiges, l'une marque en millimètres la profondeur de la dépression, l'autre en grammes le poids employé.

L'appareil imaginé par Lazerat, en 1885, et extrêmement compliqué au point de vue mécanique, repose sur le même principe que celui de Monnik mais il en diffère par le mode d'action de la force. La main n'intervient plus ici pour déterminer à la fois et la dépression oculaire et la tension d'un ressort.

Snellen, en 1874, se rendant compte de l'action sur la tension oculaire de différents facteurs, entre autres des différences de courbure et de forme de la coque bulbaire, construit un appareil qui, avec un poids donné, produit sur la sclérotique une dépression dont la profondeur, la largeur et la forme générale dans toutes les directions, peuvent être mesurées.

En 1893, Nicati présente à la Société de Biologie, un nouveau tonomètre qu'il appelle le Scélromètre. Il mesure les déformations réciproques de l'œil et d'un ressort étalon pressés l'un contre l'autre d'un effort de cent grammes par l'intermédiaire d'une tige saillante de $1^{\text{m/m}}$.

La mesure employée par l'auteur est le Centimillimètre gramme, qui est la dureté d'un objet déformé d'un centième de millimètre par le poids d'un gramme. L'instrument est appliqué indifféremment sur la cornée ou sur la sclérotique dont les duretés d'après l'auteur, sont égales.

Il admet cette égalité comme conséquence de l'égalité de pression dans la chambre antérieure et le vitré. Cette dernière égalité est vraie, en général, comme l'a démontré Hamburger, à l'aide de son manomètre différentiel, bien que A. Weber ait

trouvé, dans certains cas, à la suite d'instillation d'ésérine, des pressions légèrement différentes dans les deux parties de l'œil.

Nous verrons par les mesures prises avec le tonomètre de Schiötz, lorsque le sujet regarde dans diverses directions, que les résultats varient suivant le point de la sclérotique où est posé l'instrument.

D'autre part la courbure de la cornée est à plus court rayon que celle de la sclérotique et pour une même dureté, les dépressions produites dans deux cops par une même force sont différentes suivant les rayons de courbure de ces corps.

Ce sont là des causes d'erreur qui ne sont pas négligeables et qui peuvent faire varier les chiffres de tension indiqués par l'appareil de plusieurs millimètres chez le même sujet.

Un autre défaut de l'appareil, à notre avis, est son système de graduation, différent de celui que nous réclamons comme le seul susceptible d'exactitude et de clarté, le seul qui puisse être contrôlé directement par les observations manométriques, nous voulons dire une colonne de mercure exprimée en millimètres.

Tels sont sommairement décrits les principaux appareils construits d'après ce principe. Pour être complet, citons ceux de Priestley Smith (1887), celui d'Helmbold (1896), qui peut être appliqué sur les deux yeux, comme celui de Danzig (1896).

**2° Tonomètres à plaque. — Aplana-
tonometer.**

La théorie de ces appareils a été établie de façon très précise, semble-t-il, par Imbert, en 1885, peu de temps après que Maklakoff eut construit son tonomètre, qui visait à produire non plus une dépression, mais une surface plane sur le globe oculaire.

Autant à titre historique qu'en vue d'expliquer le principe général de tonomètres à plaque, nous allons résumer les recherches d'Imbert.

Pour cet auteur, l'œil peut être supposé réduit au point de vue de la mesure de la tension oculaire à un liquide contenu dans une enveloppe élastique. On peut dès lors appliquer à un tel système la formule relative à la tension superficielle :

$$N = F \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

dans laquelle R_1 et R_2 sont les rayons de courbure principale de la surface du liquide, F , la tension qui existe à cette surface et qui, dans le cas de liquide, est constante dans toutes les directions, N , la composante normale à la surface, à laquelle donne lieu au point considéré l'ensemble des forces F existant dans les divers méridiens que l'on peut mener par ce point.

Cette composante N , qui est toujours dirigée vers le centre de courbure du système fait équilibre en

chaque point à la tension intérieure. On peut donc prendre cette force pour mesure de cette tension.

Au moment de l'application d'un tonomètre produisant une dépression sur la sclérotique, la force P nécessaire pour cela fait alors équilibre à la tension intra-oculaire T , augmentée de la somme des composantes normales N , à tous les points de la surface déprimée qui, dirigées vers la concavité de cette surface, agissent dans le même sens que la tension oculaire T .

Dans ces conditions, la valeur de P dépend de la forme de la surface de dépression. Or, cette forme varie toutes choses égales d'ailleurs :

- 1° Avec la valeur de la tension intérieure T ;
- 2° Avec la forme primitive de la sclérotique avant la dépression ;
- 3° Avec l'état de tension de la sclérotique avant l'application de l'instrument, état de tension qui est certainement variable pour une même valeur T et des formes géométriques semblables du globe oculaire suivant les dimensions des rayons de courbure avant la dépression ;
- 4° Avec la profondeur de la dépression produite par le tonomètre.

Il résulte de là cette conséquence importante qu'il ne suffit pas de produire toujours une dépression de la même profondeur pour que l'effort P à exercer par l'intermédiaire du tonomètre dépende uniquement de la tension intérieure T .

D'autres facteurs, forme et tension primitive de la sclérotique, dont l'influence particulière est difficile

à apprécier, interviennent en outre pour régler la valeur de P .

Même en supposant l'œil parfaitement sphérique, en supposant encore que la tension de la sclérotique ne varie pas et que la dépression a toujours une même forme, la valeur P dépend des rayons de courbure de la surface sclérale.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les raisons émises par Imbert pour ne tenir comme exactes ni les mesures manométriques, ni celles obtenues avec les appareils précédents produisant une dépression concave.

Il propose, comme conclusion, de supprimer complètement la difficulté provenant de l'existence des composantes N , en substituant à la dépression concave une dépression plane. Dans ce cas, en effet, les forces F , situées dans l'ensemble des méridiens que l'on peut faire passer par chaque point sont toutes contenues dans le même plan, s'opposant les unes aux autres et donnent en ce point une composante normale nulle.

Il en est de même pour tous les points de la partie plane. Il n'y a donc pas de somme possible des composantes N , toutes nulles.

Tel est le principe des appareils que nous allons décrire, les tonomètres à plaque ou Aplana-tion-tonometer des allemands.

Malgré l'exactitude apparente de la théorie d'Imbert, les résultats obtenus avec les appareils construits sur ce principe sont loin d'être satisfaisants et nets, c'est pourquoi ils ont été si peu employés dans la pratique courante.

Le premier appareil a été construit par Maklakoff, en 1885.

Il s'est basé pour construire son tonomètre, sur l'expérience de physique bien connue, qui démontre la compressibilité des corps élastiques : si on laisse tomber avec précaution une bille d'ivoire sur une surface plane, dure et enduite d'une substance colorante quelconque, on doit obtenir à la place où la bille a touché le plan une petite surface colorée.

Le globe oculaire peut être comparé à une bille aux parois plus ou moins élastiques, remplie d'un liquide. Si la cornée est mise en contact avec une surface plane, une lamelle, la place de contact sera représentée par un point, mais ce point à son tour sera remplacé par une surface de contact dès qu'une pression appréciable se produira sur la cornée de la part de cette lamelle.

Il est évident que la surface d'aplatissement de la cornée sera d'autant plus grande que la pression sera plus forte, ou que la tension oculaire étant plus faible, le globe cédera plus facilement à la pression exercée.

Les forces d'application étant égales, la surface d'aplatissement est d'autant plus petite que la tension du globe est plus grande.

Pour déterminer la pression oculaire on peut, soit mesurer la force nécessaire pour obtenir une surface d'aplatissement cornéen d'une dimension voulue, soit mesurer exactement la surface d'aplatissement obtenue par une pression dont la valeur déterminée d'avance reste constante.

Maklakoff choisit le second procédé : son tonomètre est donc un appareil à poids constant et à surface d'aplatissement variable.

Le premier appareil qu'il construisit était composé d'une lamelle en verre dépoli, fixée à une tige. Cette tige, d'un certain poids, glisse très librement dans un cylindre creux métallique qui sert à transporter l'appareil.

La lamelle de verre dépoli est appliquée sur la cornée de façon à obtenir un simple contact. Comme la lamelle a été enduite au préalable d'une préparation à base d'éosine, il n'y a qu'à la transporter sur un papier spécial pour obtenir par impression un décalque de la surface de contact.

On n'a qu'à mesurer au compas le diamètre de la surface d'aplatissement, surface qui est d'autant plus petite que la tension est plus grande.

L'ensemble de la tige et de la lamelle pèse 10 gr.

L'auteur a modifié son appareil à plusieurs reprises ; le dernier construit en 1892 est composé de deux demi sphères, fixées par leur partie sphérique à un cylindre de métal. L'ensemble joue facilement dans une lame perforée qui sert de manche pour soulever l'appareil.

Le second tonomètre basé sur ce principe est celui de Fick.

Une petite plaquette est soudée à une tige. L'ensemble appuie sur l'extrémité libre d'une lame flexible dont l'autre bout est fixé à une plaque métallique rigide.

La lame flexible, formant à la fois ressort et aiguille indicatrice, se déplace devant un cadran dont chaque division correspond à la pression de 1 gramme.

Le diamètre de la plaquette est de $6,8^{\text{m/m}}$. Une colonnette de mercure, ayant pour base cette dimension et $2^{\text{m/m}}$ de hauteur, pèse exactement 1 gramme.

Les indications de l'aiguille peuvent donc facilement être converties en millimètres de mercure.

On se sert de l'instrument de la façon suivante : le sujet a la tête inclinée en arrière et regarde de côté. La plaquette est appuyée alors sur la sclérotique jusqu'à ce que l'aplatissement produit épouse exactement la plaque appuyée sur elle. On n'a qu'à lire à ce moment la graduation indiquée par l'aiguille.

Ce qui fait la difficulté pratique de l'appareil, c'est l'impossibilité de voir simultanément le moment exact où la dépression est obtenue complète, et la pression marquée par l'aiguille. La présence de deux observateurs est nécessaire pour obtenir des bons résultats.

Koster et Ostwald ont fait subir à l'appareil de Fick certaines modifications, de façon à obvier à ces inconvénients pratiques.

Le tonomètre de Koster donne automatiquement, par un dispositif très simple, analogue à celui de Dor, le moment où la plaque touche partout son pourtour, la sclérotique ; on peut lire le résultat obtenu sur l'instrument après qu'on l'a éloigné de de l'œil.

La modification apportée par Ostwald, consiste en ce qu'il fait inscrire les déplacements de l'aiguille à l'aide d'un crayon sur une plaque en verre fixée derrière le cadran.

La photographie ci-dessous, montre mieux que toute description, la constitution de l'appareil et la manière d'en faire l'application.



Mais si en théorie ces « aplanations tonometers » sont excellents, il n'en est pas de même en pratique. Il se présente une série de causes d'erreur certainement plus importantes que dans les tonomètres à tige. C'est d'abord la difficulté de lecture des indications de celui de Fick : c'est le peu de certitude que l'on a

du moment où la surface de dépression embrasse toute la lamelle sans la déborder ; c'est aussi dans celui de Maklakoff, ce fait que les larmes qui humectent toujours l'œil, par suite de phénomènes d'adhésion moléculaire, forment entre la plaque de l'appareil et la cornée un menisque concave qui vient border l'empreinte de la surface de dépression et l'agrandit.

Pour nous, nous croyons que la meilleure méthode de mesurer la tension oculaire, serait si elle était possible, la manométrie, méthode employée sans conteste pour la mesure des tensions vasculaires.

Un bon appareil à tige dont les indications auront été contrôlées, au préalable, par des mesures manométriques, sera donc parfaitement acceptable en clinique. C'est, à notre avis, le cas du tonomètre du professeur Schiötz, de Christiania, que nous avons choisi pour prendre nos mesures.

Tonomètre du professeur Schiötz.

Le professeur Schiötz avait construit d'abord un petit appareil à pression variable et déterminé à l'aide d'un manomètre les différents poids nécessaires pour produire une dépression déterminée ; il s'est arrêté enfin, en 1905, à l'appareil actuel, dont nous donnons la photographie au moment de son application sur la cornée de l'œil d'un malade.

Il représente un tonomètre à poids constant et profondeur de dépression variable. Les indications données par la graduation de l'appareil sont inter-

prêtées à l'aide d'une courbe qui l'accompagne et qui les convertit en millimètres de Hg.

Description : Une longue tige de $3^{\text{m/m}}$ de diamètre glisse à frottement très doux dans l'intérieur d'un cylindre. L'extrémité inférieure de ce cylindre, destinée à reposer sur la cornée, est concave, avec un diamètre de $9^{\text{m/m}}$ et $15^{\text{m/m}}$ de rayon de courbure.

Son extrémité supérieure supporte une ogive terminée par une lame sur laquelle est gravée une échelle graduée. L'aiguille indicatrice est un levier du premier genre, dont le long bras mesure $80^{\text{m/m}}$ et le petit $4^{\text{m/m}}$ depuis son contact avec l'extrémité pointue de la tige centrale jusqu'à l'articulation.

L'extrémité supérieure de cette tige porte les différents poids. Ce sont des cylindres de métal perforés pour laisser passer la tige. Une rainure y est ménagée dans laquelle passe une goupille saillante fixée sur la tige et servant à maintenir le poids pendant l'emploi de l'appareil.

Quand l'extrémité inférieure de la tige ne dépasse pas le niveau de la surface concave qui sert de base au cylindre, l'index marque 0 à l'échelle. Si elle descend de $1^{\text{m/m}}$, l'index décrit un arc de $20^{\text{m/m}}$.

Le cylindre est entouré par une sorte de manchon portant sur ses côtés deux bras verticaux qui servent à tenir l'appareil à l'intérieur du manchon ; une série de petites roulettes, très mobiles, permettent à l'instrument de glisser avec la plus grande facilité, soit en haut, soit en bas, et de peser sur l'œil par son propre poids.



On peut utiliser quatre poids différents, marqués, 5,5 - 7,5 - 10 - 15 gr.

Ces chiffres représentent la somme des poids correspondant à la tige (qui pèse 2 gr.) au levier (2 gr.) et à la masse métallique additionnelle.

Ainsi la masse marquée 5,5, pèse en réalité 1,5 gr. Les quatre autres grammes appartiennent au levier et à la tige. Il en est de même pour les autres poids.

L'instrument lui même pèse 12 grammes.

Pour prendre une tension sur un œil, on place ordinairement le premier poids, 5,5 qui dans le cas

d'une tension normale suffit. L'index marque alors sur l'échelle 4 ou 5 ^m/_m.

Si la tension est élevée le levier reste au 0 de l'échelle ou même se déplace plus à gauche ; dans ce cas on prendra un poids plus fort, le 7,5, et ainsi de suite à mesure que la tension s'élève.

Au moyen du tableau de courbes qui accompagne l'appareil, et dans lequel sont représentés en abscisses les lectures tonométriques et en ordonnées le nombre de millimètres de mercure correspondant, il devient extrêmement simple de connaître la pression intra-oculaire que l'on cherche à déterminer.

Ainsi, par exemple, si avec le poids 5,5, l'aiguille marque 5, nous trouvons au point d'intersection de l'abcise 5 avec la première courbe le nombre de millimètres de mercure correspondant qui dans ce cas, est de 18.

Avec un poids plus fort, le 7,5, si l'aiguille marque 5, l'intersection de l'abcise avec la deuxième courbe, donne en ordonnées 35 ^m/_m de Hg, et ainsi pour les autres poids.

A chaque poids correspond donc une courbe spéciale.

Tout ce tableau a été établi, à l'aide d'une double série de mesures tonométriques et manométriques comparées et c'est ce qui fait pour nous sa valeur.

Tel est l'instrument que nous avons employé. Nous allons donner maintenant les résultats qu'il nous a fournis.

CHAPITRE III

Mesures tonométriques.

Nous allons étudier successivement, dans ce chapitre, l'action sur la tension normale et pathologique des différentes substances employées en thérapeutique ophtalmologique, en commençant par les anesthésiques, dont l'emploi est nécessaire pour l'application de tout appareil sur la cornée et finissant par les diverses substances modificatrices du diamètre pupillaire, mydriatiques et myotiques ; d'abord et, comme nous le disions, dans le cas de tension normale, sur l'œil sain, et ensuite, dans les différentes affections du globe oculaire, soit hypertensives (glaucomes) soit hyotensives (ophtalmomaculies).

A) Tension Normale.

I. — ÉTUDE DES ANESTHÉSQUES.

Nous avons effectué des mesures tonométriques dans différentes conditions. Dans une première série de recherches, nous avons opéré sur des yeux normaux où semblaient tels.

Mais immédiatement se présente une difficulté. L'emploi du tonomètre est impossible sans l'anesthésie locale de la cornée ou du moins il nous a toujours semblé impossible. Peut-être pourrait-on prendre la tension sans aucune intervention médicamenteuse dans certains cas d'hystérie, de section du trijumeau ou chez des vieillards athéromateux dont la cornée est parfois insensible ou très peu. Mais nous n'avons pu rencontrer de tels malades, et d'ailleurs nous n'aurions pu nous baser sur eux pour mesurer la valeur de la tension normale.

Il nous restait donc à chercher le ou les anesthésiques qui, tout en permettant l'emploi de l'appareil, n'agissent pas sur la tension oculaire et autant que possible privés d'action sur la pupille et l'accommodation.

Voici quels sont les résultats que nous ont donné les divers anesthésiques :

Holocaïne 1/100

Nous avons employé cet alcaloïde en solution à 1/100. Les mesures ont été prises de cinq en cinq minutes ; la première peut se faire deux à trois minutes après l'application du collyre.

Dans les observations que nous donnons, nous laissons complètement de côté le sexe du sujet soumis à l'expérience, car de l'avis de tous les auteurs et d'après nos observations personnelles, le sexe n'a aucune influence sur l'hydrostatique oculaire.

Nous indiquons seulement l'âge du sujet, placé à gauche de chacune des mesures correspondantes : c'est un sujet encore en discussion et sur lequel nous dirons les résultats qui nous paraissent probables d'après nos mesures.

42 ans — O G — 18.

26 » — O D — 21 — 25 — 22 — 25.

28 » — O G — 25 — 21 — 21 — 21.

60 » — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D — 30 — 21 — 18.} \\ \text{O G — 21 — 18 — 18.} \end{array} \right.$

85 » — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D — 25 — 23 — 25.} \\ \text{O G — 21 — 25 — 21.} \end{array} \right.$

65 » — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D — 21 — 27 — 23.} \\ \text{O G — 18 — 24 — 23.} \end{array} \right.$

80 » — O G — 25 — 25 — 21.

Externe du service — O D — 23.

Externe du service — O D — 17 — 13.

72 ans — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D — 21 — 18 — 20.} \\ \text{O G — 25 — 18 — 17.} \end{array} \right.$

42 » — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D — 18 — 18.} \\ \text{O G — 15 — 18.} \end{array} \right.$

67 » — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D — 23 — 25.} \\ \text{O G — 23 — 25.} \end{array} \right.$

23	»	—	{	O D — 30.
			}	O G — 25 — 30 — 48.
27	»	—	{	O D — 15 — 19.
			}	O G — 15 — 19.
39	»	—	{	O D — 21.
			}	O G — 21.
67	»	—	{	O D — 27 — 25 — 25.
			}	O G — 23 — 30 — 25.

La plus haute tension que nous ayons trouvé est 30. La plus faible 13. Ce sont là des chiffres rares appartenant à des yeux physiologiquement durs ou mous. Peut être, ont-ils un avenir suspect. En tout cas, rien pour le moment ne nous permet de l'affirmer.

Le plus souvent nos chiffres oscillent entre 20 et 25 avec une moyenne de 22 à 23. D'ailleurs, il faut remarquer que l'aiguille du tonomètre oscille de seconde en seconde, et il est rare que le même chiffre se retrouve plusieurs fois de suite.

Cela tient, sans doute, à la mobilité giratoire dont sont animés les liquides intra-oculaires et aux échanges qui y ont lieu d'une façon rythmique, comme l'a démontré Ehrlich. Peut être faut-il attribuer à l'émotivité du sujet, à la contraction de défense involontaire des muscles droits une certaine action.

Ce qui semble le prouver, c'est que voulant contrôler la valeur de l'holocaïne comme anesthésique, nous avons pris des mesures de la tension chez le lapin. Les écarts sont sensiblement moindres chez cet animal, dont la cornée est beaucoup moins sensible que chez l'homme.

Nous avons trouvé :

Lapins	{	O D — 18 — 21 — 21 — 21 — 19 — 19.
		O D — 18 — 18 — 21 — 18 — 18 — 18.
		O D — 27 — 27 — 27 — 23.

Si l'on compare ces chiffres à ceux qu'a donné la manométrie entre les mains de nombreux expérimentateurs et que nous avons relaté au chapitre précédent, nous voyons qu'ils concordent d'une façon très satisfaisante. Nous admettrons donc que l'holocaïne n'agit pas sensiblement sur la tension oculaire.

Comme, d'un autre côté, son pouvoir anesthésique est très suffisant, qu'elle n'a pas d'action secondaire gênante sur l'accommodation, nous la prendrons comme agent anesthésique courant.

Quand, dans les tensions que nous prendrons sur des yeux pathologiques, ou en vue de la recherche de l'action des mydriatiques ou myotiques, nous n'indiquerons pas l'agent anesthésique employé, il est entendu que c'est l'holocaïne.

Le seul défaut de l'instillation holocaïnique c'est de produire une assez forte cuisson et un larmolement un peu abondant, mais qui cesse deux minutes après.

Une autre action la caractérise qui ne se rencontre presque pas avec les autres anesthésiques : c'est son innocuité relative sur un œil malade, contrastant nettement avec la réaction produite sur l'œil sain, qu'il s'agisse d'iritis ou de glaucome.

Des résultats que nous venons de mentionner, il faut retenir qu'il n'y aura lieu de conclure à une ten-

sion pathologique que lorsque le chiffre trouvé sera plus grand que 30 ou plus petit que 18-16, à moins qu'avec un chiffre très voisin de ceux-ci, on n'ait des troubles oculaires symptomatiques d'hypertension. De même on ne pourra conclure à l'action hypertensive ou hypotensive d'un médicament que lorsque celui-ci provoquera constamment et d'une façon très nette une modification de tension toujours du même sens.

A un autre point de vue, nos expériences avec l'holocaïne sur des individus d'âge très différent nous ont montré que cet âge n'exerce pas d'influence sur la tension, du moins chez les adultes. Chez les enfants, en effet, on ne peut arriver le plus souvent à prendre des mesures exactes par suite de leur indocilité.

Enfin, toujours avec l'holocaïne, nous avons essayé de nous rendre compte de l'influence du point d'application du tonomètre sur le chiffre de tension obtenu.

Avec un premier individu normal nous avons eu :

Œil regardant	{	O D — 21.	}	Instrument sur la cornée.
en face		O G — 21.		

Œil regardant	{	O D — 45.	}	Instrument sur la sclérotique.
en dedans		O G — 50.		

Œil regardant	{	O D — 30.	}	Instrument sur la sclérotique.
en dehors		O G — 45.		

Il semble que les muscles droits passivement tendus agissent sur la sclérotique pour augmenter sa tension et que, dans cette circonstance, l'action du

droit externe soit supérieure à celle du droit interne.

Ce qui indique nettement l'origine musculaire de ces divergences, c'est l'observation suivante d'un jeune homme, entré dans le service avec une paralysie bilatérale complète du moteur oculaire commun.

O D — 35. }
O G — 35. } Mesures prises sur la cornée.

O D — 11. }
O G — 18. } Mesures prises sur la sclérotique.

Les mesures sclérales plus fortes que les mesures cornéennes dans le cas précédent, deviennent plus faibles avec la paralysie des muscles.

Cocaïne employée en solution à 1/20.

Nous avons obtenu :

20 ans — O G — 18 — 30 — 18 — 21 — 18.

26 » — O G — 19 — 19 — 21.

28 » — O G — 25 — 21 — 21 — 21.

Externe du service O D — 18.

Chez le lapin nous avons eu :

O D — 30 — 27 — 35 — 30 — 30.

O D — 30 — 33 — 33 — 30.

Chez le chien :

O D — 30 — 26 — 26 — 26 (poids 5,5).

O D — 26 — 25 — 30 — 25 (poids 7,5).

Ces résultats ne semblent pas concorder avec

l'opinion partout admise que la cocaïne est un hypotenseur. Ils sembleraient même conduire à la conclusion que cet alcaloïde est légèrement hypertenseur.

L'action de la cocaïne sur le tonus est d'ailleurs très variable. Le P^r Mans, de Fribourg, dans une communication faite à la Société d'oph. de Heidelberg, en 1885, cite un cas de véritable collapsus oculaire et un autre cas de glaucome aigu, survenant après l'instillation de la cocaïne.

Ce pouvoir hypertensif apparaît rapidement, pour disparaître peu à peu.

Chez un individu de 40 ans, l'holocaïne donnait : 15 ^m/_m de Hg. On met immédiatement une goutte de cocaïne qui fait monter la tension à 18. Celle-ci redescend peu à peu à 15. On eut :

15	—	18	—	17	—	15
holocaïne			cocaïne			

D'ailleurs, en nous plaçant à un autre point de vue, la cocaïne est gênante par l'action desquamante qu'elle a sur l'épithélium cornéen et la dilatation pupillaire qu'elle provoque, quoique faible et de courte durée, de même que les phénomènes vasomoteurs qu'elle produit. Nous allons voir cependant que la cocaïne n'a pas toujours la même action.

Eucaïne B. en solution à 2/100.

45 ans	—	{	O D — 35 — 20 — 22.
		{	O G — 18.
77 »	—		O G — 35 — 25.

La douleur provoquée par l'eucaine force à instiller de la cocaïne ; on a alors :

19 — 18 avec un diamètre pupillaire égal à $3 \frac{m}{m} 1/2$, mesuré avec l'instrument de M. le P^r Rollet.

47 ans — { O G — 25. On est obligé d'instiller de la cocaïne, on trouve après cinq minutes :
O G — 13. Avec $5 \frac{1}{2}$ de diamètre pupillaire.

13 » — O D — 21 — 18.

76 » — O G — 30 — 27 — 25.

Les chiffres obtenus sont d'une façon générale plus forts qu'avec l'holocaïne ; l'eucaine semble donc être hypertensive, quoique la douleur extrême qu'elle provoque doit entrer pour une large part dans cette action.

Cette action est soulignée lorsqu'après l'eucaine on instille de la cocaïne. Celle-ci qui faisait monter la tension après l'holocaïne, la fait nettement descendre après l'eucaine.

Enfin, l'eucaine, en outre de la douleur extrême qu'elle produit, agit sur la pupille pour la dilater légèrement, effet qui peut être aussi bien produit par la douleur occasionnée.

Alpine, En solution à 2/100.

69 ans — { O D — 30 — 25 — 26.
O G — 26 — 25 — 30.

57	»	—	{	O D — 30 — 28 — 25 — d/p. 3 ^{m/m} .
			{	O G — 30 — 25 — 23 — » 2 1/2 ^{m/m} .
73	»	—	{	O D — 35 — 30.
			{	O G — 18 — 21.
80	ans	—	{	O D — 30 — 25 — 20 — 20 — d/p.
				3 1/2 ^{m/m} . (sans modification
60	»	—	{	O G — 21 — 21 — d/p. 4 1/2 ^{m/m}
				(sans modification.

Chez le lapin — O G — 23 — 26 — 25 — 25.

L'alypine donne une anesthésie peu durable. Elle n'agit pas sur la pupille. Par contre, les chiffres obtenus avec elle sont tout d'abord plus élevés que ceux de l'holocaïne, mais cet effet hypertensif dure peu, la tension redevenant rapidement à ce qu'elle était avec l'holocaïne.

Acoïne en solution à 1/100.

33	ans	—	O G — 15.
64	»	—	O G — 30 — 30.
73	»	—	{ O D — 25 — 23 — 30.
			{ O G — 21 — 25 — 21.

Nos expériences sont trop peu nombreuses pour établir une action sur la tension, qui n'apparaît pas nettement. L'acoïne produit une cuisson légère mais longtemps persistante.

Tropacocaïne en solution à 2/100.

77 ans — O D — 30 — 24. On met de la cocaïne et
on a : 21 — 21. à cause de la douleur.

47 ans — O D — 35. On met de la cocaïne, et on
a : 25.

66 ans — O D — 21 — 21.

43 » — O G — 21 — 18.

Chez le lapin — O D — 25 — 18 — 16.

Pas d'action nette sur la tension. Application sou-
vent douloureuse.

Stovaïne en solution de 2/100.

76 ans — O D — 30 — 25 — 30.

Chez le lapin — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D} - 18 - 23 - 18 - 22. \\ \text{O G} - 23 - 23 - 21. \end{array} \right.$

Pas d'action nette sur la tension. Pas d'action pupil-
laire.

Novocaïne (1/200)

67 ans — $\left\{ \begin{array}{l} \text{O D} - 21 - 19 - 21. \\ \text{O G} - 21 - 18 - 18. \end{array} \right.$

Chez le lapin — O G — 21 — 21 — 21.

Pas d'action sur la tension, mais l'application est
assez douloureuse au début.

En résumé, de tous les anesthésiques que nous
avons expérimentés, quelques-uns ne semblent pas

avoir d'action sur la tension : ce sont l'holocaïne, l'acoïne, la tropacocaïne, la novocaïne et la stovaïne.

Parmi ceux-ci, un assez grand nombre sont douloureux, ce qui empêche de s'en servir d'une façon courante.

Les autres sont légèrement hypertensifs ; tels l'eucaïne ou très hypertensive, l'alypine.

Enfin, la cocaïne, que l'on considère comme hypotensive, ne nous a paru avoir cette action qu'appliquée à la suite d'un anesthésique hypertensif, tel que l'eucaïne.

En résumé, se servir de l'holocaïne ; ne jamais employer d'alypine ou d'eucaïne sur un œil glaucomateux.

II. — ETUDE DES MYDRIATIQUES.

Après les mesures de tension normale, nous devrions donner des mesures de tension pathologiques. Mais il n'est pas possible de suivre chez l'homme la tension dans un cas de glaucome par exemple, en s'abstenant de toute médication myotique ou hypotonique.

Si les premières mesures tonométriques correspondent bien à la maladie, les mesures suivantes portent la marque de l'action du médicament. Pour comprendre mieux les observations tonométriques au cours des états pathologiques de l'œil, nous devons exposer les recherches que nous avons faites, concernant l'action des mydriatiques et myotiques, d'abord sur des yeux normaux, à tension normale, puis sur des yeux pathologiques hyper ou hypotendus.

Atropine, en solution à 1/200.

Nous avons recherché l'action de l'atropine sur des yeux cataractés, dont la tension était normale.

	avant l'atropine	après l'atropine	
60 ans	— 0 G — 25—18—18.	32 — 25 — 25.	
65 »	$\left\{ \begin{array}{l} 0 D — 27—21—23. \\ 0 G — 18—24—23. \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 30 — 30 — 30. \\ 25 — 26 — 26. \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} d/p. 7^{m/m}.$
	Le même après 5 heures	$\left\{ \begin{array}{l} 32 — 25 — 21. \\ 25 — 20 — 21. \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} d/p. 7^{m/m}.$
80 ans	— 0 D 30—25—20—20.	23—25—28—21.	d/p. 7-8 1/2 m/n.
66 »	— 0 G 21—21.	d/p. 4 m/m.	25—25—21 d/p. 4 1/2 — 7 1/2.
72 »	— 0 D 21—18—20.	21—21.	
67 »	— 0 G 23—25.	21—18—21.	
42 »	— 0 G 24.	25—30—18.	

Nous avons fait quelques mesures chez le lapin, sans l'emploi préalable d'un anesthésique ;

I — 0 D — 21—21.	21—18—17—21.	$\left. \begin{array}{l} \text{pupilles} \\ \text{dilatées au} \\ \text{maximum.} \end{array} \right\}$
II — 0 D — 18—21—21—19.	21—33—33—27—30.	
III — 0 G — 21—25—21.	30—23—22—21.	

Sur les yeux à tension normale, l'atropine semble avoir une action hypertensive légère, d'ailleurs non constante.

Sur des yeux hypotendus nous avons trouvé :

23 ans—Cyclite—	0 D — 11—7—5.	25—21.	
23 ans—Iritis—	$\left\{ \begin{array}{l} 0 D — 21. \\ 0 G — 18. \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 30—25. \\ 25—25. \end{array} \right.$	$d/p. 7^{m/m}$

Il y a dans ces deux cas, une action très nettement hypertensive.

Euphtalmine, en solution à 2,50 pour 100.

Nous avons toujours opéré sur des cataractes.

85 ans —	$\left\{ \begin{array}{l} 00-25-23-21 \\ 06-21-25-21 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 30-30-33 \\ 35-25-25 \end{array} \right.$	d/p. 6-7 m/m
80 ans —	0 6 — 25—25—21.	d/p. 3 m/m.	27—30—22. d/p. 6 m/m.
66 ans —	0 D — 21—21.	d/p. 3 m/m.	25—23—25. d/p. 6 m/m.
76 ans —	0 D — 28—25—28.	d/p. 3 1/2 m/m.	27—35—29. d/p. 6 m/m.
67 ans —	0 D — 23—25.		26—25.

L'euphtalmine a une action plus marquée que l'atropine. Elle élève constamment la tension d'un œil normal.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'essayer son action sur des yeux hypotendus.

Scopolamine en solution à 1/200

67 ans —	0 D — 27—25—25	d/p 3 m/m.	33—30—30	d/p 4—6 m/m.
39 ans —	0 D — 21—20—	d/p 3 m/m.	23—25—25	d/p 4—7 m/m.

La scopolamine semble avoir une action hypertensive sur les yeux normaux.

Sur les yeux hypotendus, elle a fait passer la tension dans un cas de

15—16 à 18—15—18.

Dans un autre cas dont la tension était 0 au début, la scopolamine nous a semblé avoir une heureuse influence, après emploi il est vrai de duboisine (voir obs. détaillée plus loin).

Duboisine en solution à 1/200.

OG —15—15—19—15—18— d/p 6 1/2^m/_m.

OG —23—30—25 —25—23—25— d/p 6 1/2^m/_m.

La pupille a commencé à se dilater 15 minutes après l'instillation. La dilatation fut ensuite très rapide.

La duboisine dont l'action hypertensive n'apparaît pas très considérable sur les yeux normaux, a fait passer chez la malade signalée plus haut, la tension de :

Irido-choroïdite — 0 à 7—8.

Nous n'avons pas d'observations d'action des mydriatiques sur des yeux hypertendus. Il est trop de notion courante que l'atropine peut faire éclater une crise de glaucome dans des pareils cas, pour que nous nous soyons risqués à cette éventualité.

III. — ETUDE DES MYOTIQUES.

La plupart des myotiques étant des poisons violents, nous n'avons pas fait un grand nombre d'expériences sur l'homme, au moins sur des yeux non malades. Nous nous sommes adressés à des animaux, et en ce qui concerne l'arécoline, nous eûmes lieu de nous féliciter de notre prudence.

Pilocarpine (1/200).

Nous ne l'avons employée que deux fois chez l'homme sain ; les mesures ont été prises 40 minutes après l'instillation ; l'œil du côté opposé nous a servi de terme de comparaison.

Pilocarpine Holocaïne

Holocaïne. O G — 30-24-24 — d/p 3 1/2^m/_m. O D — 16-18-18 — d/p 2 1/2^m/_m.

Holocaïne. O G — 18-18-18 — d/p 5 1/2^m/_m. O D — 15-18-18 — d/p 3 1/2^m/_m.

Action hypotensive dans le premier cas, peu nette dans le second. Dans les deux cas myosis faible.

Chez le lapin, nous avons eu :

Avant — O'G — 23—26—25. Après — 23—30—27.

La pupille s'est rétrécie peu à peu ; de 6^m/_m au début, elle tombe à 3 1/2 en 35 minutes.

Au bout de 3 heures on avait 30—30—25—30.

Dans ce cas, malgré le myosis, la pilocarpine a produit de l'hypertension.

Ces effets contradictoires viennent bien à l'appui de ce qu'enseigne la clinique qui a montré depuis longtemps que la pilocarpine est un agent hypotenseur faible et infidèle au moins dans le glaucome aigu. Nous reverrons d'ailleurs l'action de la pilocarpine et de tous les myotiques dans le paragraphe suivant.

Esérine (à 1/200).

Nous n'avons expérimenté que chez le lapin, le collyre à l'ésérine provoquant souvent des phénomènes douloureux dans l'œil instillé.

Pour mieux apprécier l'effet obtenu, nous avons dilaté au préalable la pupille par l'atropine.

Après atropine.

Après éserine.

I. OG — 30 — 30 — 25 — 30 25 — 25 — 22 — 28

Le myosis a débuté au bout de 10 minutes et s'est accentué encore au bout de 20 minutes.

Après 30 minutes, la tension est : 25—19—15—21, par conséquent fortement diminuée.

II. OG — 24 — 18 — 21 21 — 18 — 18 — 19.

L'éserine apparaît donc comme un hypotenseur puissant, constant et dont l'action augmente progressivement.

Arécoline (à 1/200).

Cet alcaloïde, toxique puissant et myotique énergique était autrefois usité dans le glaucome. C'est pourquoi nous avons recherché son action chez le lapin.

I. Avant — OG — 30 — 33 — 30.

Après — 30 — 25 — 18 — 22.

Le rétrécissement pupillaire est rapide et, en 10 minutes, le myosis est complet.

Au bout de 40 minutes on a : 21 — 25 — 21.

II. Avant — OD — 18 — 23 — 18 — 22.

Après — 21 — 15 — 18 — 15.

Le rétrécissement pupillaire se complète en dix minutes.

L'instillation dans l'œil droit est faite une heure environ après celle de l'œil gauche. Quelques mi-

nutes après la fin de cette seconde expérience, l'animal présente des frissons assez forts, de petites convulsions. Ces signes d'intoxication répondent bien à l'absorption du toxique par la conjonctive, mais aussi peut être à une ingestion, l'animal ayant léché des petites gouttes de collyre.

Le lendemain nouvelle expérience.

Sans anesthésie — O G — 21.

Après — 21 — 20 — 23 — 25 — 21.

Le myosis, qui n'avait pas persité depuis la veille, se montre 10 minutes après l'instillation, mais fait place assez rapidement, au bout de 30 minutes environ, à une dilatation normale.

L'action semble cette fois peu nette, mais il faut tenir compte de ce que l'animal était fortement intoxiqué, car il mourut le lendemain au milieu des convulsions violentes et généralisées.

Un pouvoir toxique aussi marqué, empêchant d'utiliser en clinique l'effet hypotenseur de l'arécoline, nous n'avons pas juger de poursuivre des expériences avec cet alcaloïde.

Adrénaline, solution au 1/1000.

Nous avons essayé une fois, chez le lapin, ce médicament vaso-constricteur. On sait qu'injecté dans la circulation sanguine, il donne de l'hypertension vasculaire et oculaire. En opérant par instillation, nous avons obtenu un véritable collapsus oculaire. L'œil était atropinisé et la pupille n'a pas changé.

C'est en raison de son action hypotensive que nous le classons ici, avec les myotiques hypotenseurs.

Après atropine.	Après adrénaline.
OD — 30 — 30 — 25 — 30.	25 — 25 — 22 — 25.
Après 25 minutes :	23 — 8 — 8 — 8 — 13

La tension s'est maintenue longtemps entre 8 et 4. Le chiffre 13 obtenu sous l'influence de la mastication, retombait rapidement à 8.

Péronine

Ce sel de morphine a été employé par Fedoroff, en 1903, contre les douleurs, dans le glaucome. Nous avons voulu voir s'il avait une action hypotensive.

Elle semble exister chez le lapin où nous avons eu, après son emploi :

Avant — OG — 22 — 25. Après — 18 — 18 — 18.

Mais ce corps est à exclure de l'arsenal thérapeutique aphtholmologique. Dans deux cas de glaucome où il nous a semblé sans action hypotensive (il s'agit des glaucomes opérés).

I. Avant — OG — 30 — 30 — 25 — 25.

Après — 30 — 25 — 30.

II. Avant — OD — 25 — 21 — 27.

Après — 25 — 25.

il a produit une sensation de brûlure intense, une congestion vasculaire très marquée et, dans le second cas, du chemosis. Si l'on ajoute à cela qu'il est cristallisé à froid et qu'il faut le fondre au bain-marie avant de l'employer, on sera peu tenté de s'en servir.

B) Tensions pathologiques

(Hyper et Hypotension)

OBSERVATIONS CLINIQUES

(Clinique de M. le P^r Rollet)

Nous avons pris une série de mesures sur des yeux pathologiques. Dans certains cas, nous n'avons pas trouvé de modification nette de la tension. Ainsi :

30 ans — Myopie — 27	O D — 30.—27—30.
20 ans — Iritis	O G — 25 — 25.
27 ans — Atrophie optique	O D — 21 — 21.
35 ans — Iritis chronique	{ O D — 21.
	{ O G — 25.
27 ans — Myopie — 20	O D — 21.
10 ans — Kérat. int. double	{ O D — 30.
	{ O G — 25.
49 ans — Décol. de la rétine	O D — 18.
sain :	O G — 21.

Dans toutes les cataractes dont nous avons mesuré la tension, nous avons trouvé des chiffres normaux. Aussi, nous sommes-nous servi d'yeux cataractés pour essayer l'action de certains médicaments en considérant ces yeux comme des yeux physiologiques.

Mais à côté de ces affections oculaires à tension normale, il en est un certain nombre que l'on peut classer en deux groupes, celui des hypertensions et celui des hypotensions.

Hypertension

OBSERVATION I. — Antoine A., 52 ans. Entré le 1^{er} juillet 1911, à la Clinique ophtalmologique. Glaucome subaigu de l'OG datant de 15 jours.

V { OD 1/2
OG Q } champ visuel { OD un peu rétréci du côté nasal
OG tout le côté nasal disparu,
ainsi que la vision centrale.
c. temp. rétréci.

T { OD — 18
OG — 45

Le 6 juillet. Le malade se plaint de la diminution de la vision de l'œil droit. On trouve :

OD — 18

OG — 35

Le 12 : OD — 25—22

OG — 35—36

Le 24 : OD — 30

OG — 35

Irido-sclérectomie par M. Grandclément, chef de clinique (OG).

Le 28 : OD — 30

OG — 26

OBSERVATION II. — M^{me} L., 74 ans. (Venue à la consultation gratuite de l'Hôtel-Dieu, le 3 juillet 1911). Disparition progressive de la vision depuis quatre ans, du côté gauche. Se plaint depuis 15 jours de douleurs intenses dans toute la moitié gauche de la tête. Cornée trouble. Pupille dilatée.

$$\begin{array}{l} V \left\{ \begin{array}{l} OD \ 1/2 \\ OGQ \end{array} \right. \\ \\ T \left\{ \begin{array}{l} OD \ 22 \\ OG \ 63 \end{array} \right. \end{array}$$

On lui donne un collyre à l'ésérine et pilocarpine. La malade n'est pas revenue.

OBSERVATION III. — M^{me} P., 60 ans. Entrée le 7 juillet 1911.

Glaucome subaigu bilatéral.

Depuis un mois, la vision aurait complètement disparue. Les premiers troubles remontent à plusieurs mois.

Se plaint des douleurs oculaires et périorbitaires et des maux de tête. Sensation de brouillard. Pupilles dilatées. Cornée légèrement terne.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD \ 55-55 \\ OG \ 30 \end{array} \right.$$

Traité par l'ésérine.

Le 12 juillet : OD — 45
 OG — 29

Le 18 : OD — 40—38—35
 OG — 30—30—25

Le 22. Irido-sclérectomie OD. M. Grandclément (chef de clinique.)

Le 29 : Crise de glaucome aigu OG ; douleurs violentes, larmolement abondant, conjonctives très injectées. Ces douleurs ont cessé après instillation d'ésérine.

Le 31 : OD — 12—15
 OG — 15—15

Le 8 août OD — 22
 OG — 25

OBSERVATION IV. — Stéphane D., 50 ans. Entré le 17 juillet 1911.

Glaucome secondaire à un sarcome de la choroïde (OD).

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 35 \\ OG - 18 \end{array} \right.$$

Enucléation. OD.

OBSERVATION V. — Marie B., 52 ans. Entrée le 25 juillet 1911.

Glaucome chronique simple. OG.

$$V \left\{ \begin{array}{l} OD \ 1/10 \\ OG - Q \end{array} \right. \quad \text{Champ visuel} \left\{ \begin{array}{l} OD - \text{normal} \\ OG - \text{ne reste que} \\ \text{la vision centrale.} \end{array} \right.$$

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 25 \\ OG - 45 \end{array} \right.$$

On lui prescrit de la pilocarpine et éserine.

Le 25 juillet. La malade revient et entre dans le service.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 23 \\ OG - 55 \end{array} \right.$$

Le 28. On lui fait une Irido-sclérectomie. La malade est partie sans que nous ayons pu la revoir.

OBSERVATION VI. — M^{me} F., 61 ans. 25 juillet 1911.

Glaucome chronique simple OD.

Début il y a 5 mois, par la diminution de la vision, sensation de brouillard. Pupille dilatée légèrement. Cornée insensible, mais bien transparente. Le 16 juin on lui avait prescrit de Na I et de la pilocarpine.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 50 \\ OG - 23 \end{array} \right.$$

Le 3 octobre. La malade entre dans le service.

$$\begin{array}{lcl} V & \left\{ \begin{array}{l} OD \\ OG \ 1/3 \end{array} \right. & T \left\{ \begin{array}{l} OD - 80 \\ OG - 30 \end{array} \right. \end{array}$$

Esérine deux fois par jour.

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 7 :} & & OD - 50 \\ & & OG - 25 \end{array}$$

Pilocarpine le soir et jours suivants.

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 9 :} & & OD - 55 \\ & & OG - 25 \end{array}$$

A noter que l'instillation d'une goutte d'adrénaline avait fait baisser la tension passagèrement.

$$\text{OD adrénaline } \left\{ \begin{array}{l} OD - 43-48-45 \\ OG - 23-22-23 \end{array} \right.$$

On continue toujours la pilocarpine.

Le 10 :

$$\text{Sans anesthésiques } \left\{ \begin{array}{l} OD - 60-60 \\ OG - 33-33 \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 11 :} & & OD - 60-60-60 \\ & & OG - 33-33 \end{array}$$

On lui instille alors de l'ésérine.

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 12 :} & & OD - 43 \\ & & OG - 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 13 :} & & OD - 59-58-51-60 \\ & & OG - 31-26-24-26 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 14 :} & & OD - 60 \end{array}$$

Iridectomie OD (M. le Pr Rollet).

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 23 :} & & OD - 35-26 \\ & & OG - 26-26 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Le 25 :} & & OD - 21-26-26 \\ & & OG - 25-20-26 \end{array}$$

Le 28 : OD — 35—30—27

OG — 30—30

Le 30 : OD — 35—35—35

OG — 30—25—30

Le 7 et 9 nov. OD — 30—35

OG — 30—32

On lui instille de nouveau de la pilocarpine.

La malade souffre de l'œil opéré depuis une huitaine de jours. L'œil est toujours rouge, larmoyant et très douloureux. La tension semble d'ailleurs avoir remontée peu à peu, après l'iridectomie, tandis qu'après la sclérectomie la baisse est rapide et persistante.

OBSERVATION VII. — Eugène C., 44 ans. 2 août 1911.

Irido-cyclite ancienne OG.

Se plaint de douleurs dans l'œil droit et de perte de la vision. Cornée légèrement insensible.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OG — 12 \\ OD — 48 \end{array} \right.$$

Le malade, à qui on a prescrit de la pilocarpine part et n'est plus revu.

OBSERVATION VIII. — M^{me} M., 48 ans. Entrée le 11 septembre 1911.

Glaucome chronique simple OD.

Troubles de la vision depuis un an ; diminution de l'acuité et douleurs périorbitaires. Pupille dilatée, anesthésie de la cornée.

$$V \left\{ \begin{array}{l} OD \\ OG \ 1/4 \end{array} \right. \quad \text{Champ visuel} \left\{ \begin{array}{l} OD — Disparu. \\ OG — Normal. \end{array} \right.$$

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 70 \\ OG - 22 \end{array} \right.$$

Traitée par l'ésérine.

$$\begin{array}{l} \text{Le 15 :} \qquad \qquad OD - 25 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad OG - 20 \end{array}$$

Le 22, Irido-sclérectomie OD. (M. Grandclément, chef de Clinique).

Le 2 octobre. La vue est un peu revenue.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 25 \\ OG - 27 \end{array} \right. \qquad V \left\{ \begin{array}{l} OD \ 1/100 \\ OG \ 1/2 \end{array} \right.$$

Le 3 novembre. La malade part devant faire chez elle des instillations d'ésérine.

$$V \left\{ \begin{array}{l} OD - 1/20 \\ OG - 2/3 \end{array} \right. \qquad T \left\{ \begin{array}{l} OD - 18-12-18 \\ OG - 25-11-25 \end{array} \right.$$

OBSERVATION IX. — Eloi G., 28 ans. 12 septembre 1911.

Glaucome secondaire à une luxation du cristallin. OG.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OG - 43 \\ OD - 18 \end{array} \right.$$

Le 14. Iridectomie. (M. Grandclément, chef de clinique).
OG.

$$\begin{array}{l} \text{Le 27 :} \qquad \qquad OD - 15 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad OG - 30 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Le 23 octobre :} \quad OD - 18-18 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad OG - 25 - 21 \end{array}$$

OBSERVATION X. — Jean C., 66 ans. 15 septembre 1911.

Opéré de cataracte il y a deux ans. OD.

Depuis trois semaines, conjonctivite avec fortes douleurs survenant par périodes, tous les trois ou quatre jours, dans la moitié droite de la tête.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 45 \\ OG - 25 \end{array} \right.$$

Le malade part avec un collyre à l'ésérine et n'est plus revenu.

OBSERVATION XI. — Joseph B., 45 ans. Entré le 4 octobre 1911.

Ancien syphilitique traité pendant un ou deux mois seulement. Accident primitif datant de 24 ans. Depuis un an sa vision diminue et des douleurs oculaires et péri-orbitaires assez fortes surviennent de deux côtés. La vision est nulle à l'œil droit, et voit un peu de l'OG. Cornée transparente, pupilles légèrement dilatées, ne réagissant ni à la lumière ni à l'accommodation.

$$V \left\{ \begin{array}{l} OD \\ OG \ 1/6 \end{array} \right. \quad \text{Champ visuel} \left\{ \begin{array}{l} OD - \text{Disparu} \\ OG - \text{rétréci du} \\ \text{côté nasal en haut} \\ \text{et en bas.} \end{array} \right.$$

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 65 \\ OG - 60 \end{array} \right.$$

Esérine deux fois par jour.

$$\begin{array}{ll} \text{Le 9 :} & OD - 15-15 \\ & OG - 23-18 \end{array}$$

La tension, comme on le voit, est tombée complètement et l'œil droit, le plus malade, a même moins de tension que le gauche.

On lui instille de la pilocarpine le soir et le lendemain.

$$\begin{array}{ll} \text{Le 10 :} & OD - 45 \\ & OG - 42 \end{array}$$

La tension a de nouveau augmenté après l'emploi de la pilocarpine ou pour mieux dire, après avoir cessé l'ésérine.

Le 11 : OD — 55—51—51—60
 OG — 60—51—51

La tension continuant à monter on lui remet de l'ésérine.

Le 12 : OD — 45—49—49
 OG — 50—51—51

Le malade étant parti brusquement un soir, nous n'avons pu malheureusement compléter cette observation, quoiqu'elle nous montre déjà l'infériorité de la pilocarpine dans les glaucomes en évolution.

OBSERVATION XII. — B., 56 ans. 19 octobre 1911.

Glaucome chronique simple.

Iridectomie double, datant de 5 ans.

Voici un autre cas de glaucome traité par l'iridectomie simple, et dont les résultats sont loin d'être entièrement satisfaisants, de même que celui d'une malade opérée dans le service et qui n'est pas encore guérie depuis un mois qu'elle a été opérée.

T { OD — 60—64
 OG — 60—64

Nous avons instillé de la pilocarpine dans l'œil droit et de l'ésérine dans l'œil gauche et pris la tension après le myosis.

OD — 50—55
OG — 50—50

L'ésérine se montre toujours plus hypotensive.

OBSERVATION XIII. — Jacques M., 60 ans, Entré le 25 août 1911.

Décollement de la rétine depuis 2 ans OG.

Il y a deux mois le malade ressent de violentes douleurs dans le même œil. A l'ophtalmoscope on trouve une cataracte complètement mûre.

La chambre antérieure est diminuée, l'iris, épaissi, décoloré.

La perte de la vision date du décollement.

L'œil droit a un champ visuel légèrement rétréci du côté nasal.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 33-33 \\ OG - 100-90-100 \end{array} \right.$$

Comme les douleurs sont très violentes et continues, et comme, d'ailleurs, la vision était déjà perdue depuis le décollement, on décide l'énucléation de l'œil malade.

Ce chiffre est le plus haut que nous ayons trouvé dans un œil glaucomateux, glaucome surajouté à un décollement rétinien, qui, d'après ce que nous savons, produit plutôt une diminution de la tension oculaire.

OBSERVATION XIV. — M^{me} F., 63 ans. Entrée le 7 novembre 1911.

Glaucome subaigu OG.*

Pilocarpine depuis la veille.

$$T \left\{ \begin{array}{l} OD - 25 \\ OG - 30 \end{array} \right.$$

Le 9 : OD — 25
 OG — 70

On lui instille de l'ésérine.

Le 13 : OG — 13—13

OBSERVATION XV. — Alphonse K., 41 ans. Entré le 20 octobre 1911.

Le 28 : Les douleurs ont cessé ; l'œil est très rouge, les paupières sont œdématiées, mais la tension n'a pas diminué.

OG — 47

On continue le traitement par l'ésérine et pilocarpine combinés.

Le 30 : OD — 25

OG — 50—50

Après une goutte d'adrénaline :

OG — 50—47—50—48

Cette fois-ci le malade n'accuse aucun trouble.

Le traitement par l'ésérine continue.

Le 9 novembre : On n'a pas cessé depuis le 30 octobre d'instiller de l'ésérine. Le malade se plaint d'une diminution de l'œil droit qui était normal et comme on n'observe aucun trouble externe on lui instille de l'atropine pour examiner le fond de l'œil. On s'aperçoit à cet examen qu'il est atteint de neuro-rétinite, avec troubles du vitré. La mesure de la tension donne :

OD — 13

OG — 21

Après instillation de duboisine :

OG — 25—22—21—25

Le 20 : OG — 15—15

Cette observation nous permet de suivre au cours d'une iritis syphilitique l'augmentation progressive de la tension dans un œil et l'apparition d'un glaucome aigu. Peut-être les instillations répétées d'atropine nécessitées par l'iritis ne sont-elles pas étrangères à l'établissement de l'hypertension.

En tout cas, nous pouvons noter nettement l'influence hypotensive passagère de l'adrénaline, accompagnée parfois, il est vrai, de douleurs violentes qui semblent bien sous la dépendance du médicament, quoique cet effet ne soit pas constant et puisse manquer, comme c'est le cas, pour le second essai fait sur le même malade.

Il est dommage que ces phénomènes douloureux viennent empêcher l'emploi d'un agent hypotenseur qui semble assez constant en ses effets.

D'un autre côté, si la pilocarpie ne paraît pas avoir d'action certaine chez notre malade, l'ésérine se montre le médicament de choix dans le traitement du glaucome aigu.

De toutes ces observations d'yeux hypertendus, nous concluons : qu'il faut penser au glaucome lorsque la tension dépasse constamment 30 (elle peut, d'ailleurs atteindre 90, 100 et plus), que dans le glaucome aigu, le meilleur médicament est l'ésérine, plus sûre que la pilocarpine.

Celle-ci sera employée de préférence dans les glaucomes à évolution lente.

Enfin, l'iridectomie et la irido-sclérectomie peuvent donner toutes deux de bons résultats, qui seront plus constants avec la seconde intervention.

Hypotension.

Nos observations d'hypotension sont bien moins nombreuses. Ce sont, d'ailleurs, des maladies plus rares et ne forment pas un groupe relativement homogène comme celui du glaucome.

OBSERVATION I. — Ferdinand L., 23 ans. Ancienne hémorragie du vitré.

Cyclite actuelle :

OD — 11—11

Traité par l'atropine :

OD — 25—21

Pas de changement pupillaire, les synechies étant complètes.

OBSERVATION II. — François C., 13 ans. Enophtalmie post-traumatique.

OG — 13

OBSERVATION III. — M^{me} F., 67 ans. Hémorragie du vitré. Hyalite. OD.

OD — 5—5

OG — 27—27

OBSERVATION IV. — M^{me} J., 22 ans. Catar. OG. sans autre lésion appréciable.

OD — 21

OG — 10

OBSERVATION V. — M^{me} C., 42 ans. Irido-choroïdite
OD. 15 août 1911.

Œil très mou à la palpation, atrophié, enfoncé dans l'orbite.

OD — 0 — (nulle)

OG — 18—18—21

Le 16 : On fait des instillations de duboisine. On a :

OD — 7—8

L'œil a repris une tension relativement notable.

Le soir même on instille de l'atropine.

Le 17 : OD — 10

On essaie la scopolamine :

OD — 4—6—8—6

Que l'on continue les jours suivants :

Le 18 : OD — 4—4—4

Le 19 : OD — 6—6

Le 21 : OD — 6—6

On instille alors de la duboisine :

OD — 4—4—4

On revient à la scopolamine :

OD — 6—6—7

Le 25 : OD — 7—7

Ces observations nous montrent que l'hypotension peut être provoquée par des affections de l'œil très différentes entre elles.

Au point de vue thérapeutique, les divers médicaments, atropine, duboisine, scopolamine, ont tous une action favorable. Il semble que certains mydriatiques qui, comme l'atropine, agissent peu ou pas

sur l'œil normalement tendu, reprennent leur action sur un œil hypotone. Toutefois, il nous semble que la duboisine et la scopolamine sont les hypertenseurs auxquels il conviendra de donner la préférence.

CONCLUSIONS

I. — La tension oculaire s'apprécie, soit par le doigt, soit à l'aide d'un instrument. Seul le tonomètre donne des renseignements précis. Actuellement, le meilleur instrument pour mesurer cette tension nous paraît être celui de Schiötz.

II. — Pour appliquer le tonomètre sur l'œil, il faut au préalable faire usage d'un anesthésique. L'holocaine à 1/100 est l'anesthésique de choix, car on n'a pas les inconvénients d'autres anesthésiques qui modifient la tension.

III. — La tension normale, d'après nos mensurations nombreuses, est en moyenne 22 à 23 millimètres de mercure. Elle présente des oscillations allant rarement de 15 à 30, le plus souvent de 18 à 27.

IV. — La tension normale se modifie sous l'influence d'instillation des solutions médicamenteuses :

a) ANESTHÉSQUES : La *cocaïne* a une action légèrement hypertensive, contrairement à l'opinion classique ; sont encore plus hypertenseurs l'*eucaïne B* et surtout l'*alypine*.

Si l'holocaïne ne modifie pas la tension, il en est de même de la tropacocaïne, de la novocaïne, de la stovaïne et de l'acoïne. La cocaïne devient hypotensive si on l'emploie après l'eucaïne.

b) MYDRIATIQUES : L'*atropine* a une action légèrement hypertensive, action inconstante. La *duboisine* et la *scopolamine* sont légèrement hypertenseurs, mais l'*euphtalmine* l'est davantage.

c) MYOTIQUES : L'*adrénaline* provoque une hypotension très marquée mais passagère ; l'*ésérine* une hypotension faible et la *pilocarpine* une hypotension nulle (œil normal).

V. — On peut dire qu'il y a tension pathologique quand la tension dépasse 30 constamment (hypertension) et quand elle tombe de 14 à 0 (hypotension).

Dans les cas d'hypertension (glaucome), la *pilocarpine* est un hypotenseur faible, mais l'*ésérine* est un excellent hypotenseur.

Dans les cas d'hypotension, l'*atropine* élève le tonus et semble agir plus que la *duboisine* et la *scopolamine*.

VI. — L'iridectomie, et peut-être plus encore l'irido-sclérectomie font baisser la tension pathologique.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
ROLLET.

Vu :

LE DOYEN,
L. HUGOUNENQ.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 5 Décembre 1911.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
P. JOUBIN.

BIBLIOGRAPHIE

- ARLT. — *Encyclopédie franç. d'Oph.*, II, p. 2.
- ADAMÜK. — *Ann. d'Oculistique*, 1867.
- *Société de Biologie*, 1900.
 - Noch einige Bemerkungen über den Intraokular-druck. (*Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.*, 1868.
 - Neue Versuche über den Einfluss des Sympathicus und Trigeminus auf Druck und filtration in Auge. Sitzungsbericht d. Wiener Akad (*Math. Kl.*, LIX, 2, 1869).
 - Over den invloed van atropine op den intra oculaire drukking (*Versl. Ned Gasth voor Ooglijders*, n° 11, p. 179, 1870).
 - Remarques sur la pression intra-oculaire (*Ann. d'Oculistique*, 1869.
- BOTTARZZI et STURCHIO. — Sur les origines de la pression intra-oculaire (*Archivo di Ophthalmologia*. Naples, 1905).
- BRISSEAU. — *Traité de la cataracte*. Paris, 1709.
- BURCHARDT. — Über Tonométrie (*Tagebl. a. Naturforschervers Breslau*, p. 229.
- CAMUS. — *Journal de physiologie et path. gén.*, 1903.
- COCCIUS. — Action du muscle tenseur de la choroïde (*Annales d'Oculistique*, 1888).

- Ophthalmométrie und Spannungsmessung am Kranken Auge. *Leipzig*, 1872.
- DONDERS. — Vorzeigung neuer ophthalmometrischer instrumente (*Klin. Monatsbl. f. Aug.*, p. 502, 1863).
- Über einen Spannungsmesser des Auges. Ophthalmotonometer (*Graefe's Arch.*, 1863).
- DOR H. — Uher ein verbessertes Tonometer (*Klin. Monats. f. Augenheilk.*, VI, 1865).
- Tonometer (*Klin. Monatsbl. f. Aug.*, V, 1867).
- Über ophthalmotonométrie (*Graefe's Arch. f. ophtal.*, XIV, 1867).
- Nouvel ophthalmotonomètre (*Revue générale d'Ophthalmologie*, n° 6, 1896).
- DANZIG. — *Klin. Monatobl. f. Augenheilk.*, 1896.
- EHRlich. — Über provocerite [fluorescenzerscheinungen en Auge (*Deutsch. med. Woch.*, 1882, nos 2, 3 et 4).
- FICK R. S. — Ein neues ophthalmotonometer (*Inaugural Diss. Würzburg*, 1888).
- FICK E. A. — Fick's ophthalmotonometer (*Bericht über d. 7. intern. opht. Kongr. zur Heidelberg*, 1888).
- Über messungen des Druckes in Auge (*Pflüger's Arch. f. Physiol.*, XLII, 1888).
- Demonstration eines neues ophthalmotonometers (*Sitzungsbericht d. phys. med. Ges.*, n° 7, 1888).
- FEDOROFF. — La péronine dans le glaucome (*Archives of. ophtalmology*, p. 165, v. XXX, ou *Annales d'ocul.*, 1903).
- GELLÉ. — Ophthalmotonométrie (*Gazette des Hôpitaux*, n° 58, p. 464, 1886).
- *Société de Chirurgie*. 15 mai 1886.
- GOLOWIN. — Ophthalmotonometrische Untersue hungen (*Inaug. Diss. Moscou*, 1895).
- GALEZONSKI. — Présentation d'un tonomètre (*Bulletin et Mémoire de la Soc. franç. d'Oph.*, 4^e année, p. 348, 1886).
- HAMER. — *Société d'Ophthalmologie d'Heidelberg*, 1863.
- HEINE. — *Kin. Monatsbl. f. Aug.*, 1902.

- HERRERA ET V. LOPE. — La vie sur les hauts plateaux. *Mexico*, 1899.
- HENSEN ET VÆLKERS. — *Graefe's Arch.*, XIX, 1873.
- HIPPEL ET GRUNHAGEN. — *Graefe's Arches*. XVI, 1, 1870.
- Über des Einfluss des Nerven auf den intraokularen druck (*Graefe's Arch. f. opht.* XV, p. 265, 1869).
- HELMOLTZ. — Über die Akkommodation des Auges (*Graefe's Arch. f. opht.*, p. 16, 1854).
- HAFMANS. — Beiträge zur Kenntniss des Glaukoms (*Graefe's Arch.*, VIII, p. 124, 1861).
- HIRSBERG. — Zur Beeinflussung des Augendruckes durch den N. trigeminus (*Centralbl. f. med. Wissensch.*, p. 82, 1875).
- HOLTZKE. — Experimentale Untersuchungen über die Circulationsverhältnisse im Auge (*Graefe's Arch. f. opht.* XXX, 1883).
- HAAB O. — Atlas der Äußerer Erkankungen des Auges nebst Grundriss ihrer Pathologie und Therapie. *Munich* (*Graefe's Arch.* 1884).
- HESS. — Recherches expérimentales sur la tension intraoculaire pendant l'accommodation (*Ann. d'ocul.*, 1898).
- HACHE. — Sur la structure et la signification du corps vitré (*Compte rendu de l'Acad. des Sciences*, 1877. *Recueil d'oph.*, p. 458, 1889).
- HELMBOLD. — Teine. Méthode, Spannungs differenzen in Auge zu messen (*Klin. Monatbl. f. Augenheilk.*, p. 214, 1896).
- IMBERT. — Recherches sur l'élasticité du caoutchouc. *Lyon*, 1870.
- Théorie des Ophtalmotonomètres (*Arch. d'Ophtalmologie*, p. 358, 1885).
- IWANOFF. — In *Traité complet de Wecher et Landolt*, II, p. 262.
- KOSTER. — Beiträge zur Tonometrie und manometrie des Auges (*Graefe's Arch. f. opht.*, 1895).
- Erwiderung an ostwalt (*Graefe's Arch.*, 1895).
- KRIOUKOFF ET LEBER. — Beiträge zur Kenntniss der Resorptionsverhältnisse der Hornhaut (*Graefe's Arch.*, vol. 20, 1874).

- KHWALINSKI. — Sur la tonométrie oculaire (VI^e Congrès des Médecins russes, Kieff. avril 1896, ou *Arch. d'oph.*, 1897.
- LEBER. — Circulation u. Ernährungsverhältnisse des Auges (*Congrès d'Heidelberg. Graefe's Saemisch*, 2 ed. 1903.
- LEBER ET BENTZEN. — De la filtration hors de la chambre antérieure (*Graefe's Arch.* XLI. 3. 1895.
- LEBER. — Studien über den flüssigkeitwechsel im Auge (*Arch. f. oph.*, XIX, 2, p. 87 et XX, p. 205.
- LEPLAT. — Nouvelles recherches sur la circulation du liquide intra-oculaire (*Ann. d'Ocul.*, CI, p. 123.
- Etude sur la nutrition du corps vitré (*Ann. d'Oculistique*, 1887.
- LIVCHITZ. — Un ophtalmotonomètre nouveau. *Wiestnik ophtalmologii*, 1904 (Russie).
- LANDOLT E. — *Leçons sur le diagnostic des maladies des yeux*. p. 60, 1877.
- LAZERAT. — Un nouveau tonomètre (*Recueil d'Opht.*, p. 614, 1885.
- LACHOWITSCH. — Genauigkeit der gegenwertigen Methode der Bestimmung des intraokularen Drukes und über die Anwendung in der Praxis (*Inaug. Diss. Petersburg. Ref. in Nagel's Jahresber*).
- MANS. — Attaque de Glaucome aigu après une application de cocaïne (*Com. à la Société d'Opht. de Heidelberg*, 1885).
- MAKLAKOFF. — L'ophtalmotonométrie (*Arch. d'opht* 1885. *Arch. d'opht.*, 1892.
- MONNIK. — Tonometers en tonométrie (*Verslag Ned Gasth. voor Ooglijders*, n^o 10, p. 55. et *Ann. d'ocul.*, LXI-LXIII, 1869.
- En nieuwe Tonometer en Zin gebruik *Ned. Arch. v. Gences en Nat. (Onderzoc Kingen gedaan in het. Physiol. Labor. der Utrechtsche Hoogeschool* III, p. 20 et *Ann. d'ocul.*, LXIV, p. 221. 1870.
- MUNCH. — *Zeitcher f. Augenheilk.* XII. (*Revue Gen. d'Opht.* 1906).
- MACKENZIE. — *Traité pratique des maladies des yeux*, 1856.

- MAGENDIE. — *Les phénomènes physiques de la vie*, Paris, 1836.
- MARSELON M. R. — L'olocaïne en opht. (*Arch. d'opht.*, 1897).
- MARPLE W.-B. — *The opthalmic Record*. New-York, 1910.
- MORAT ET DOYON. — *Arch. de phys. norm. et pathol.*, 1892.
- NICATI. — *Traité de physiologie humaine et comparée*, 1909.
- Appareil glandulaire de l'œil des mammifères (*Arch. d'opht.* X et XI, 1889-1909).
 - L'hydrostatique oculaire (*Arch. d'oph.*, vol. 20, 1900).
 - Ophtalmotonomètre nouveau (*Société de Biologie*, décembre 1893. *Académie des Sciences*, 1894).
 - *Revue gén. d'Opht.*, n° 4, 1894, et *Académie des Sciences*, 1899.
- NEUSCHULER. — Nerf sympathique et tension oculaire (*Ann. d'oculistique*, 1901, p. 218).
- NUEL ET BENOIT. — Voies d'élimination de l'humeur aqueuse dans la chambre antérieure. *IX^e Congrès international d'ophtalmologie*, Utrecht.
- OVIO. — Considerazione sulla nutrisione del corpo vitres. *Congrès Med. Inter. de Rome*, 1894.
- La circulation des liquides intra-oculaires (*Ann. d'oculistique*, 1893).
- OSTWALT. — Ophtalmotonometrische studie (*Graefe's Arch. f. opht.*, XL, p. 22, 1894).
- Etudes Ophtalmoton. (*Bulletin et mémoire de la Soc. franç. d'opht.*, p. 414, 1895).
 - Modification de l'ophtalmonomètre de Fick (*Revue génér. d'opht.*, XIV, p. 481, 1895, et *Bericht d. 24 Vers d. apht. Ges. zur Heibelberg*, p. 239, 1895).
 - Bemerkungen zum vorhergehenden Artikel (*Graefe's Arch. f. opht.*, XLI, p. 264, 1895).
- PFLÜGER E. — Beiträge zur ophtalmotonometrie (*Inaug. Diss. Bern.*, 1871).
- Weitere Beittäge zur Tonometrie (*Bericht über die Augenheilk. Bern.*, 1877).
- PRIESTLEY SMITH. — *Esl aucoma*, London, 1879.
- A new tonometer. (*Opthalmie Review.*, 1887).

- PRIESTLEY SMITH.— On the pathologie and treatement of Glaucoma. *London*, 1891.
- PONCET (de Clunÿ). — *Société de Biologie*, 1881.
- PICHON. — *Société de Biologie*, 1900.
- REUSS. — Über die Werkung des Esevins auf das normal Auge. (*Graefe's Arch.*, XXIII, 1877).
- RINDFLEISCH. — Intraokularer Druck mittelst Leber's Manometer (*Graefe's Arch.*, XXXVIII, 1892).
- ROCHON DU'VIGEAUD. — Recherches sur l'angle de la chambre antérieure et le canal de Schlemm. (*Arch d'opht.*, XIII, 1, p. 200, 2, p. 108).
- ROGMAN. — Sur la valeur de la cocaine, eucaine, holocaine, tropacocaine. (*Clinique ophtalmologique*, octobre 1897).
- STOCKER. — Über dein Einfluss der Mydriatica und Myotica auf den intraokularen druck. (*Graefe's Arch. f. Opht.*, XXXIII, p. 405, 1887.)
- SCHELSKE. — Über das Verhältniss des intraokularen Druck und die Horhautkrümmung des Auges (*Graefe's Arch.*, X, 2, p. 49, 1864).
- SOCOR. — (*Journal de physiol. et de path. gén.*, 1905).
- SNELLEN. — Über Tonometer (*Klin. Monatsbl. f. Augenheilk.*, VI, 1869).
- SNELLEN-LANDOLT. — Di Funktions prüfungen des Auges (ophthalmotonometrie) *Graefe's Saemisch*, II, 1904.
- SNELLEN. — Über einige Instrumente und Vorrichtungen zur Untersuchung der Augen. (*Klin. Monatsbl. f. Aug.*, 1873).
- Un tonomètre. *Ann. d'ocul.*, 1872.
- SKVORTZOW. — Sur la question de la mensuration de la pression intra-oculaire. (*XII^e Congrès Internat.*) XI. p. 353, 1898.
- SCHOUTE. — Le glaucome pendant la période de 1900 à 1905. (*Société Néerlandaise d'opht.*, session du X^e Congrès des Sciences Naturelles et de Médecine, tenu à Arnhen le 28 avril 1905).
- SCHIÖTZ. — Ein neuer Tonometer. Tonometrie (*Arch. für Augenheilkunde*. Band 52, 1905).
- Tonometrie. *Arch. f. Aug. Band*. 62, 1907.
- Tonometrie. *Arch. f. Aug. Band* 68, F I, 1910.

- STOCK. — Über die mit dem Tonometer von Schiötz (*Klinische Monatsbl. für Augenheilkunde*, 1910).
- STEPHENSON. — A new tonometer. *The ophtalmoscope*, 1911.
- TERSON ET CAMPOS. — Sur l'hypertension artérielle et le glaucome. (*Annales d'ocul.*, 1899).
- URIBE ET TRONCOSO. — Recherches expér. sur la filtration des liquides salins et albumineux à travers la chambre antérieure et son rôle dans la genèse du glaucome. (*Annales d'ocul.*, 1905).
- VANNEMAN. — Rôle de l'iris et des procès ciliaires dans le réglage de l'hydrostatique oculaire (*Encyclopédie franç. d'Ophth.*, I).
- WAHLFORS. — Über Drucmessungen in menschlichen Auge. (*Bericht über d. 7. internat. apht. Kongr. zur Heidelberg.*, p. 268, 1888).
- WEBER AD. — Einige Worte über Tonometrie. Neues Tonometer. (*Graefe's Arch. f. opht.*, XIII, 1867).
- Bemerkungen zur ophtalnotometrie. (*Klin. Monatsbl. f. Aug.*, XI, 1873).
- WECKER ET LANDOLT. — Traité complet d'ophtalmologie.
- WEGNER. — Ein Beitrag zur Tonometrie sowie Berlimmung des intraorkularen druckes am normalen Auge mit den Tonometer von Schiötz in Bezug auf die verschiedenen Lebensaller. (*Arch. für Aug. B.* 68. t. 3. 1911).
-

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER. — Physiologie de la tension intra-oculaire	13
CHAPITRE II. — De la tonométrie oculaire	39
Tonométrie digitale	43
Tonométrie instrumentale	47
Appareils à tige « Impressions tonometer »	48
Appareils à plaque « Aplanations tonometer »	54
Tonomètre de Schiötz	61
CHAPITRE III. — Mesures tonométriques	65
Tension normale	66
Etude des anesthésiques	66
Etude des mydriatiques	76
Etude des myotiques	79
Tensions pathologiques : Observations cliniques ..	84
Hypertension	85
Hypotension	97
CONCLUSIONS	100
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	103

